

Structured element, comprises a band shaped member made of plastic, with reinforcing fibers, and a thermoplastic coating

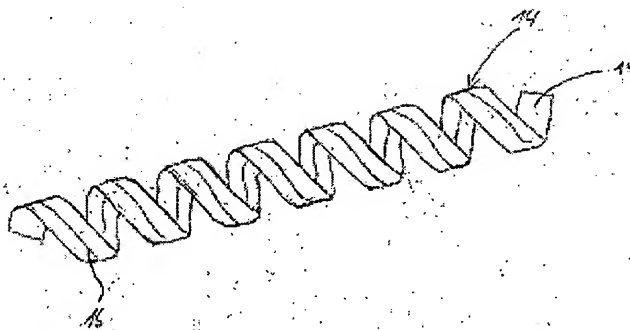
Patent number: DE10228406
Publication date: 2003-01-02
Inventor: SCHEURING BERNHARD (DE)
Applicant: SCHEURING BERNHARD (DE)
Classification:
- international: **B29C70/08; B29C70/20; B29C70/34; B29D24/00; B32B3/28; E04C2/34; B29C35/02; B29C35/04; B29C35/08; B29C43/20; B29C53/12; E04B1/84; B29C70/04; B29C70/08; B29C70/10; B29D24/00; B32B3/28; E04C2/34; B29C35/02; B29C35/04; B29C35/08; B29C43/20; B29C53/00; E04B1/84; (IPC1-7): C08J5/04; B29C43/20; B29C65/00; B29C70/00; B32B3/28**
- european: **B29C70/08D; B29C70/20B; B29C70/34C; B29D24/00C; B32B3/28; E04C2/34B**
Application number: DE20021028406 20020625
Priority number(s): DE20021028406 20020625; DE20011030527 20010625

BEST AVAILABLE COPY

Report a data error here

Abstract of DE10228406

A structured element (14) consists of a band shaped member made of plastic, which has reinforcing fibers and a spiral shape. The member can be deformed plastically, elastically, under pressure and/or temperature, after the spiral shape has been formed. The member is surrounded by an electrically insulating layer. The reinforcing fibers are discontinuous and are embedded in a thermoplastic matrix.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 28 406 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 08 J 5/04
B 32 B 3/28
B 29 C 43/20
B 29 C 65/00
B 29 C 70/00

⑳ Aktenzeichen: 102 28 406.7
㉔ Anmeldetag: 25. 6. 2002
㉔③ Offenlegungstag: 2. 1. 2003

DE 102 28 406 A 1

⑥⑤ Innere Priorität:
101 30 527. 3 25. 06. 2001

⑦① Anmelder:
Scheuring, Bernhard, 71287 Weissach, DE

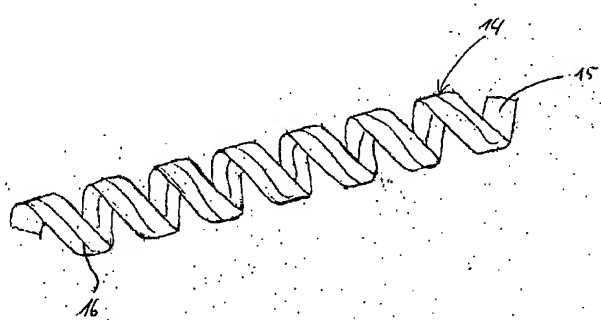
⑦④ Vertreter:
Mammel & Maser, 71065 Sindelfingen

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Spiralförmiges Strukturelement sowie Verbundbauteil bestehend aus wenigstens einem spiralförmigen Strukturelement und einem Außenbauteil

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein spiralförmiges Strukturelement, bestehend aus einem bandförmigen Körper, der aus Kunststoff mit Verstärkungsfasern vorgesehen ist und eine spiralförmige Anordnung aufweist, wobei der bandförmige Körper nachträglich nach Bildung der spiralförmigen Anordnung verformbar ist sowie Verbundbauteil, bestehend aus einem spiralförmigen Strukturelement und wenigstens einem Außenbauteil.



DE 102 28 406 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein spiralförmiges Strukturelement sowie ein Verbundbauteil, welches sich aus wenigstens einem spiralförmigen Strukturelement und einem Außenbauteil zusammensetzt.

[0002] Die Verwendung von spiralförmigen Strukturelementen ist zur Herstellung von Sandwichstrukturen bekannt. Aus der Veröffentlichung mit dem Titel "Neuartige GFK-Sandwichkonstruktionen" in "Kunststoffe, Band 63, 1973, Seite 845" geht eine Sandwichstruktur hervor, bei der zwei parallel zueinander angeordnete kontinuierliche Platten eine Deckschicht bilden und dazwischenliegend eine Spiralfeder vorsehen. Derartige Spiralfedern, welche aus plastischem Kunststoff und GFK vorgesehen sind, werden eingesetzt, um beispielsweise Silos oder sonstige Speicher herzustellen. Bei dieser Spiralfeder-Sandwichkonstruktion sind mehrere aneinander angeordnete Spiralfedern zwischen zwei Deckschichten angeordnet. Dadurch können gute Ergebnisse bei der Druckprüfung und Dauerstandsprüfung erzielt werden. Der Einsatz derartiger Spiralfeder-Sandwichkonstruktionen ist für die Herstellung großflächiger und hochtragfähiger Konstruktionen vorgesehen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die spiralförmigen Strukturelemente zu verbessern und neue technische Anwendungsfelder durch verbesserte Strukturelemente und durch den Aufbau von Deckschichten und Strukturelementen neue technologische Anwendungen zu schaffen.

[0004] Die Erfindung wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1 und 17.

[0005] Durch den Aufbau eines Strukturelementes, welches einen bandförmigen Körper aus einem Kunststoff mit Verstärkungsfasern in einer spiralförmigen Anordnung umfasst, ist ermöglicht, dass der bandförmige Körper und/oder die spiralförmige Anordnung nachträglich verformbar ist. Dies ermöglicht einen vielfältigen Einsatz derartiger Strukturelemente. Beispielsweise können ein oder mehrere einzelne Elemente durch beispielsweise Verkleben oder Verschweißen miteinander verbunden werden oder zu einem späteren Zeitpunkt an unterschiedliche Geometrien angepasst werden. Die nachträgliche Anpassung der vorgefertigten Strukturelemente ermöglicht mit einer geringen Anzahl an Standardformen und -geometrien einen großen Einsatzbereich.

[0006] Die Kunststoffbänder, die zu Spiralen oder in einer Abwandlung zu Doppelspiralen mit gegenläufigen Wicklungen gewickelt sind, haben beispielsweise gegenüber geschlossenen Rohren den Vorteil, dass sie trotz steifem Wickelband in ihrer Längsrichtung flexibel und biegsam sind. Sie können daher leicht in freizügig geformte und gewölbte Verbundbauteile integriert werden. Aufgrund der Verstärkungsfasern verhalten sie sich dennoch steif gegen eine Verformung des Spiralenquerschnitts. Strukturelemente, die vorteilhafterweise wenigstens eine Gegenwicklung aufweisen, sind immer noch in Längsrichtung biegsam, jedoch noch wesentlich steifer gegen Verformung des Spiralenquerschnitts und außerdem symmetrisch, was ein gleichmäßiges Verhalten bei Belastung in verschiedenen Raumrichtungen sichert.

[0007] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass der spiralförmige Körper auf eine Temperatur oberhalb des Erweichungs- oder Schmelzpunktes aufheizbar und umformbar ist. Dadurch kann der spiralförmige Körper als Halbfabrikat zur Weiterverarbeitung eingesetzt und problemlos mit weiteren Komponenten verarbeitet werden. Vorteilhafterweise kann bei einer Aufheizung unterhalb der Erweichungs- oder Schmelztemperatur die spiralförmige Ausgestaltung bezie-

hungsweise das Wickeln zu alternativen Geometrien ermöglicht sein.

[0008] Durch eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der spiralförmige Körper diskontinuierlich faserverstärkt ausgebildet ist. Dadurch kann der Körper einerseits eine hinreichende Festigkeit aufweisen, jedoch andererseits elastisch und dadurch auch belastbar ausgebildet sein. Die Faserverstärkung kann auch zum Beispiel durch ein Gewebegeflecht, Gewirk oder dergleichen ausgebildet sein. Sämtliche Materialien, wie in der Figurenbeschreibung näher ausgeführt ist, können Verwendung finden.

[0009] Der spiralförmige Körper weist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform eine ein- oder mehrfach verdrehte Anordnung auf. Dadurch kann der im allgemeinen bandförmige Körper einen runden Querschnitt aufweisen, wobei die einzelnen Windungen der spiralförmigen Anordnung eine höhere Steifigkeit aufweisen. Der spiralförmige Körper kann vorteilhafterweise entlang seines Bandverlaufes mit weiteren Bändern beziehungsweise Strängen verdreht sein, wobei die einzelnen Bänder verdreht oder unverdreht vorliegen. Des weiteren können das oder die Bänder mit Bändern beziehungsweise Strängen, die in Geometrie und Material von dem ersten Band abweichen, verdreht oder zusammengesetzt werden. Dadurch können unterschiedliche Festigkeitseigenschaften, geometrische Formen beziehungsweise geometrische Querschnitte als auch Anknüpfungsbedingungen für weitere Materialien geschaffen werden.

[0010] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass der spiralförmige Körper in Form eines Wickelschlauches oder eines spiralförmig geschlitzten Rohres ausgebildet ist. Auch diese Ausführungen sind mit gegenläufigen Wicklungen herstellbar. Derartige Wickelemente oder geschlitzte Rohre weisen insbesondere mit einer Deckschicht vorteilhafte Anwendungsmöglichkeiten auf.

[0011] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der spiralförmige Körper wenigstens eine elektrisch leitende Einlage aufweist, welche vorzugsweise als elektrischer Leiter oder beispielsweise durch die Materialauswahl, wie beispielsweise Kohlefaser, ausgebildet ist.

[0012] Dieser elektrische Leiter kann während des Wickelvorganges zur Herstellung des spiralförmigen Körpers integriert sein und mit dem Material des bandförmigen Körpers kraft-, form- und/oder stoffschlüssig verbunden werden. Die Ausgestaltungsmöglichkeiten im Geometriequerschnitt ist durch die Einbindung einer elektrisch leitenden Einlage nicht beeinträchtigt. Dies könnte beispielsweise auch durch ein blattförmiges Bandmaterial als elektrischer Leiter gegeben sein.

[0013] Derartige spiralförmige Strukturelemente können ihren Einsatz beispielsweise für Sitzheizungen finden. Des weiteren sind Einsatzfälle denkbar, bei denen eine wärmende Auflage für beispielsweise therapeutische Zwecke oder auch im Campingbereich oder Freizeitbereich, Outdoorbereich oder desgleichen gewünscht wird.

[0014] Vorzugsweise ist die elektrisch leitende Einlage, sofern sie an einer Oberseite des Strukturelementes liegt, mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung oder einer sonstigen schützenden Umhüllung umgeben. Alternativ hierzu kann das Aufbringen von weiteren, elektrisch isolierenden Materialien oder ein Einbauort entsprechend ausgewählt werden, um die gewünschten Eigenschaften zu erzielen.

[0015] Der bandförmige Körper ist vorteilhafterweise ausgebildet aus thermoplastischem Kunststoff, welcher im einzelnen in der Figurenbeschreibung näher aufgeführt ist.

Ebenso können auch duromere Harze als auch Elastomere vorteilhafterweise vorgesehen sein.

[0016] In Abhängigkeit der verwendeten Materialien für den bandförmigen Körper können die Verstärkungsstoffe oder -fasern ausgewählt werden. Hierbei können jegliche Materialien in Frage kommen, wie im einzelnen näher in der Figurenbeschreibung dargelegt ist.

[0017] Des weiteren ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens ein Strukturelement an einer Schicht, Deckschicht oder Außenschicht vorgesehen ist. Beispielsweise kann eine ebene und plane Schicht, Deckschicht oder ein Formkörper vorgesehen sein, welche(r) ein oder mehrere einzeln oder mehrfach nebeneinander mit oder ohne Abstand angeordnete spiralförmige Strukturelemente aufnimmt. Diese spiralförmigen Strukturelemente können als Thermoplaste, Duroplaste oder Elastomere ausgebildet sein, welche mit oder ohne Faserverstärkung oder sonstigen Zusätzen für Wasserbeständigkeit und Farbbeständigkeit oder spezifischen Medienbeständigkeiten versehen sein können. [0018] Die Schicht, Deckschicht oder die Außenschicht kann ein- oder mehrlagig ausgebildet sein, so dass unterschiedliche Materialien hierfür vorgesehen sein können, die einen Verbund als Deck- oder Außenschicht bilden.

[0019] Das wenigstens eine Strukturelement kann an einer oder an beiden Seiten der Schicht vorgesehen sein. Die Anzahl und Anordnung der Strukturelemente an beiden Seiten der Schicht kann wahlweise vorgesehen sein, so dass beispielsweise die Strukturelemente spiegelbildlich einander gegenüberliegend, auf Lücke oder unterschiedlich in dem Abstand zueinander vorgesehen sind. Ebenso können einzelne Strukturelemente in einer Lage auf einer Seite der Schicht einer Ansammlung mehrerer Strukturelemente auf der anderen Seite der Schicht gegenüberliegend vorgesehen sein. Jegliche zuvor und nachfolgend beschriebene Anordnung der Strukturelemente mit oder ohne wenigstens einer Schicht kann vorgesehen sein.

[0020] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass mehrere spiralförmige Körper zumindest teilweise benachbart zueinander vorgesehen sind und sich berühren, wobei diese an ihren Berührungspunkten oder Berührflächen zumindest teilweise verschweißt oder verklebt sind. Hierfür können zusätzliche Klebematerialien verwendet werden. Alternativ können die Materialien, aus denen der spiralförmige Körper hergestellt ist, erwärmt oder zumindest teilweise erweicht werden, um eine Klebe- oder Schweißverbindung herzustellen. Die Anordnung der spiralförmigen Körper kann beispielsweise eine flächige Aufnahme bilden und durch paralleles Anordnen der spiralförmigen Körper gegeben sein. Alternativ kann auch eine beliebige Abwandlung der Anordnung gegeben sein, wobei die flexible Formgestaltung in Längsrichtung der Elemente ausgenutzt werden kann. Es kann beispielsweise eine Spirale in einem S-förmigen Linienverlauf auf einer Schicht vorgesehen sein.

[0021] Wahlweise kann auch zumindest ein weiteres geradlinig oder hiervon abweichend verlaufendes Strukturelement zugeordnet sein. Ebenso können die Strukturelemente sich ein- oder mehrfach kreuzen und zueinander angeordnet sein. Bei ein oder mehreren sich kreuzenden Strukturelementen kann erzielt werden, dass im Falle einer gewünschten Dämpfung im Kreuzungspunkt eine geringere Dämpfung als im benachbarten Bereich erzielt wird. Dadurch können unterschiedliche Druckbelastungen beispielsweise aufgefangen werden.

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kernstruktur werden die gewickelten Spiralen, wozu im weiteren auch Spiralen mit Gegenwicklung zählen, dicht nebeneinandergelegt oder auch gestapelt. Auf den Stapel wird Druck aufgebracht, beispielsweise durch

eine aufgelegte und hermetisch abgedichtete Elastomerfolie, über der hydrostatischer Druck aufgebracht wird. Wenn für die Spiralen thermoplastische Kunststoffbänder verwendet wurden, kann durch den Spiralenstapel gleichzeitig Heißluft geleitet werden, so dass es zu einem Anschmelzen des Kunststoffs an der Bandoberfläche oder so zu einem Zusammenschweißen des Spiralenstapels kommt. Sowohl bei Verwendung eines thermoplastischen wie auch eines duromeren Kunststoffes kann stattdessen auch ein Lösungsmittel, vorzugsweise in dampfförmiger Form, durch den Spiralenstapel geleitet werden, der die Oberfläche der Bänder anlöst, so dass es unter Druck zu einem Verkleben der Spiralen kommt. Sowohl duromere als auch thermoplastische Spiralen können aber auch mit einem Klebstoff imprägniert sein.

[0023] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schicht aus einem flächigen Material ausgebildet ist, welches eine plane oder wenigstens in einer Raumdimension verformbare Struktur aufweist. Dadurch kann eine Vielfältigkeit des Einsatzes erzielt werden. Beispielsweise können parallel oder in sonstiger Weise zueinander beabstandete auch zumindest teilweise aneinanderliegende spiralförmige Strukturelemente an einer Aluminiumfolie oder kunststoffbeschichteten Aluminiumfolie vorgesehen sein, um einen Körper zu isolieren. Des weiteren können beispielsweise eine oder mehrere Lagen eines Vliesstoffes mit dem oder den spiralförmigen Strukturelementen ein-, beidseitig oder vollständig umschlossen vorgesehen sein.

[0024] Die Schicht kann dabei zumindest teilweise ein oder mehrere spiralförmige Strukturelemente einzeln, mehrere zusammen oder alle gemeinsam umgeben. Dies kann im Falle von Textilien, Vliesen, Geweben oder Gitterstrukturen durch Formschluss erfolgen. Dies gilt auch für die weiteren Materialien, wie beispielsweise Kunststoffe, Metalle oder dergleichen. Ebenso können diese durch eine Wärmebehandlung miteinander verbunden werden oder unterstützend durch ein Klebe- oder Verbindungsmittel zu einem Teil zusammengefügt werden.

[0025] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schicht zumindest abschnittsweise mit einem Strukturelement verbunden ist. Dadurch können beispielsweise in der Schicht einzelne Ausparungen vorgesehen sein, wodurch eine gewisse Durchlässigkeit erzielt wird. Des weiteren kann vorgesehen sein, insbesondere bei Schichten, die aus mehreren Materialien bestehen, dass alternierend beispielsweise ein erstes, ein zweites und ggf. ein weiteres Material, durch welches das Verbundbauteil gebildet wird, an dem Strukturelement angreift. Dadurch können beispielsweise Bereiche in der Schicht vorgesehen sein, welche Ausnehmungen in Form eines Lochrasters, Karomusters oder dergleichen aufweisen, welche beispielsweise mit einer Vliesschicht bedeckt sind, wobei die Vliesschicht im Bereich der Ausnehmungen der Schicht an den Strukturelementen aufliegt oder durch eine Klebe-, Schweißverbindung mit dem Strukturelementen verbunden ist.

[0026] Des weiteren kann vorgesehen sein, dass die Schicht eine Art Sandwich-Struktur aufweist, wobei die unmittelbar der Strukturelemente gegenüberliegende Schicht als Aufnahme für die Strukturelemente gegeben ist und eine dazwischenliegende weiche Schicht als Dämpfungselement für die äußerste Schicht vorgesehen ist, welche zu den Strukturelementen abgewandt angeordnet ist. Derartige Elemente können zur Schallisolierung, Wärmedämmung oder sonstigen Abschirmungen vorgesehen sein.

[0027] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen angegeben. Es zeigen [0028] Fig. 1a eine perspektivische Darstellung eines spi-

ralförmigen Strukturelementes,

[0029] Fig. 1b eine alternative Ausführungsform gemäß Fig. 1a mit einem elektrischen Leiter,

[0030] Fig. 2 eine schematische Darstellung von zwei spiralförmigen Strukturelementen mit gegensinniger Wicklung,

[0031] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Verbundbauteiles mit einer Außenschicht und einer Kernstruktur,

[0032] Fig. 4a einen schematischen Querschnitt durch eine Grenzfläche zwischen Kernstruktur und Außenbauteil in einer ersten Ausführungsform,

[0033] Fig. 4b einen schematischen Querschnitt durch eine Grenzfläche zwischen Kernstruktur und Außenbauteil in einer zweiten Ausführungsform,

[0034] Fig. 5 ein Anwendungsbeispiel der in Fig. 4a oder 4b dargestellten Ausführungsform,

[0035] Fig. 6a eine schematische Darstellung eines ersten Verfahrensschrittes zum Verbinden einer Kernstruktur mit einem Außenbauteil,

[0036] Fig. 6b eine perspektivische Ansicht eines gefertigten Teiles gemäß Fig. 6a,

[0037] Fig. 7a eine schematische Darstellung einer alternativen Anordnung eines Verbundbauteiles,

[0038] Fig. 7b einen weiteren alternativen Aufbau eines Verbundbauteiles,

[0039] Fig. 7c eine weitere alternative Ausführungsform eines Verbundbauteiles,

[0040] Fig. 8a eine schematische Schnittdarstellung eines Verbundbauteiles im Sandwich-Aufbau,

[0041] Fig. 8b eine perspektivische Darstellung eines Verbundbauteiles gemäß Fig. 8a,

[0042] Fig. 9a einen schematischen Querschnitt durch ein Verbundbauteil mit gewölbtem Außenbauteil einer Kernstruktur,

[0043] Fig. 9b eine perspektivische Ansicht eines Verbundbauteiles gemäß Fig. 9a,

[0044] Fig. 9c, d, e einen schematischen Querschnitt alternativen Ausführungsformen zu Fig. 9a,

[0045] Fig. 9f einen schematischen Querschnitt eines Verbundbauteiles in einem Formwerkzeug,

[0046] Fig. 9g eine perspektivische Ansicht eines weiteren verformten Verbundbauteils,

[0047] Fig. 10 einen Längsschnitt durch ein Verbundbauteil mit zwei Außenbauteilen und einer sich in Längsrichtung verjüngenden Kernstruktur,

[0048] Fig. 11a einen schematischen Querschnitt durch ein Verbundbauteil mit gewölbten Außenbauteilen und teilweiser verformter Kernstruktur,

[0049] Fig. 11b eine perspektivische Ansicht eines aufgeschnittenen Verbundbauteiles mit gewölbten Außenbauteilen und einer Kernstruktur mit in Längsrichtung und Querrichtung veränderlichen Querschnitten,

[0050] Fig. 12 einen schematischen Querschnitt längs eines gebogenen Verbundbauteiles in einer Sandwich-Konstruktion,

[0051] Fig. 13a einen schematischen Querschnitt eines Verbundbauteiles, welches auch als Vorprodukt für ein Verbundbauteil mit einer Kernstruktur auf der Basis von wellenförmig umgeformten Kunststoffbändern und einem Außenbauteil besteht,

[0052] Fig. 13b ein vervollständigtes Verbundbauteil mit einem zweiten Außenbauteil mit gewölbten Oberflächen und mit variabler Kerndicke,

[0053] Fig. 14a ein mit Schlitzen versehenes Kunststoffband als Vorprodukt sowie

[0054] Fig. 14b eine schematisch dargestellte Kernstruktur, welche aus einem Vorprodukt gemäß Fig. 14a erzielt durch Prägung des Kunststoffbandes hergestellt ist.

[0055] Fig. 1a zeigt in perspektivischer Darstellung ein Strukturelement 14, das beispielsweise aus einem bandförmigen Körper mit einer Verstärkung 16 aus hochfestem und in Bandlängsrichtung ausgerichteten Fasern gewickelt ist. Ebenso kann das Kunststoffband auch eine diskontinuierliche Faserverstärkung 16 aufweisen. Das Kunststoffband kann aus thermoplastischem, duroplastischem oder elastischem Material ausgebildet sein. Als Kunststoffe können verwendet werden Thermoplaste der Gruppe Polyamid, thermoplastische Polyurethane, Polypropylen, Polyäthylen, Polycarbonat oder thermoplastische Polyester sowie hochtemperaturfeste Werkstoffe wie Polysulfon, Polyethersulfon, Polyetherimid, Polyetherketone als auch duromere Harze wie Epoxid-, Polyester-, Vinylester-, Phenol- oder Polyurethanharze. Ebenso sind sogenannte Biopolymere einsetzbar. Des weiteren können als Faserverstärkungen Glas-, Aramid-, Kohlenstofffasern als auch hochsteife Polyethylenfasern, Polypropylenfasern, Metallfasern, Keramikfasern, Polyesterfasern, Cellulosefasern, Hanffasern, Jutefasern, Flachsfasern, Sisalfasern eingesetzt werden. Diese Fasern können in Form eines Faserovings bei der kontinuierlichen Herstellung eingebettet werden. Zusätzlich können diese Faserstoffe auch imprägniert sein oder aus einem sogenannten Hybridgarn bestehen, welches Verstärkungsfasern und mehr oder weniger gleichverteilte Polymerfasern enthält.

[0056] Bei der Verwendung von duromeren Werkstoffen können die Kunststoffbänder auch als Prepreg-Bändchen hergestellt werden.

[0057] Die Herstellung derartiger spiralförmiger Strukturelemente werden auf einer Art Drehbank auf einem Metallhorn bei einstellbarem Vorschub durch Aufwickeln hergestellt und gegebenenfalls unter Spannung bei erhöhter Temperatur ausgehärtet, so dass die gewickelte Form stabilisiert ist. Neben der Verwendung von Prepreg-Bändern gibt es ein weiteres Verfahren zur Herstellung duromerer Spiralen. Hierbei wird das Kunststoffband erst unmittelbar vor dem Wickelprozess erzeugt, in dem der zunächst offene Strang aus Glasfasern (sogenannten Rovings) ein Harz tränkbar durchläuft. Nach dem Durchlaufen einer oder mehrerer Düsen, die überschüssiges Harz abstreifen und den Strang gegebenenfalls in die gewünschte flache Bändchenform bringen, läuft dieser unmittelbar auf den Wickeldorn. Das Wickelverfahren für thermoplastische Kunststoffbänder ist insofern abgewandelt, als das Band unmittelbar vor dem Dorn durch eine Flamme, einen Lichtbogen, mit Heißluft oder einen Laserstrahl aufgeschmolzen wird. Dafür wird das gewickelte Bauteil nicht mehr erhitzt. Ebenso kann das Band durch Extrusion eines thermoplastischen Kunststoffs mit oder ohne Faserverstärkung hergestellt und einer Wickeleinheit direkt zugeführt werden.

[0058] In Fig. 1b ist eine Spirale dargestellt, die in Gegenrichtung gewickelt ist. Diese Spirale umfasst eine eingelagerte Wicklung 16, welche an den äußeren Enden mit einem elektrischen Leiter in Verbindung steht. Als leitfähige Faserverwicklungen können zum Beispiel Edelmetall, Kupfer, Kohlefaser oder sonstige geeignete leitfähige Materialien eingesetzt werden. Dadurch kann eine derartige Spirale als Heizelement eingesetzt werden. Die Geometrie derartiger Strukturelemente oder Heizelemente kann vielfältig ausgebildet sein. So kann neben der Auswahl des Querschnittes des bandförmigen Körpers als auch die Wicklung eine unterschiedliche Geometrie aufweisen. Trapezförmige, keilförmige, rechteckförmige, ovale oder sonstige Querschnitte der Wicklungen als auch des Querschnittes von dem bandförmigen Körper sind realisierbar. Der Querschnitt kann sich auch in Längsrichtung der Spirale verändern, so dass sich der Durchmesser verjüngen oder auch der Querschnitt abflachen

kann.

[0059] Die leitfähigen Materialien sind in einer beispielsweise thermoplastischen Matrix des bandförmigen Körpers **15** eingebettet. Diese Faserwicklungen **16** können gleichmäßig über den Querschnitt verteilt oder gebündelt ein- oder mehrfach vorgesehen sein. In Abhängigkeit des Anwendungsfalles können sie ausschließlich auf der Innenseite oder Außenseite oder in einem seitlichen Randbereich vorgesehen sein. So können diese Wicklungen **16** den bandförmigen Körper spiralförmig umgeben. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass eine Hülse aus leitfähigem Material das spiralförmige Strukturelement **14** umgibt.

[0060] Eine besondere Art der Wicklung von zwei Strukturelementen **14** ist beispielsweise in Fig. 2 dargestellt. Hier laufen zwei Spiralen ineinander. Diese Spiralen wie auch die in Fig. 1 dargestellten Spiralen können beispielsweise auch im Innenraum durch eine Schaumstofffüllung aufgefüllt sein, so dass die Wicklung beispielsweise um einen Kern läuft und das Strukturelement mit einem weichen oder härteren Schaumstoffkern oder sonstigen Materialien als Bauteil weiterarbeitet oder als Halbfabrikat in weitere Arbeitsprozesse eingebunden werden kann.

[0061] Die in den Fig. 1a und 1b dargestellten spiralförmigen Strukturelemente **14** können auch Wickelschläuche sein, die anstelle der dargestellten spiralförmigen Wicklung um einen Dorn, beispielsweise durch Schlitzten eines Rohres, hergestellt sind. Ebenso kann das bandförmige Material des spiralförmigen Strukturelementes **14** als verdrehter Strang ausgebildet sein, um eine höhere Druckfestigkeit zu erzielen. Dabei können ein oder mehrere Bänder miteinander verdreht werden. Gleichzeitig können auch in Abhängigkeit der gewünschten Geometrie unterschiedlich starke Einlagen vorgesehen sein, so dass beispielsweise der Durchmesser der Windung größer ausgebildet ist. Ebenso können ein oder mehrere elektrische Leiter, die parallel verlaufen zu dem weiteren bandförmigen Material, miteinander verdreht werden, so dass die Windung umlaufend mit Wärme versorgt wird. Gleichzeitig kann durch die Verdrehung ein geschlossener Hohlraum gebildet werden, durch den beispielsweise eine Flüssigkeit durchgeführt wird, welche in Abhängigkeit des Einsatzfalles erwärmt oder gekühlt werden kann. Ebenso kann dadurch beispielsweise durch Sonneneinstrahlung die darin befindliche Luft erwärmt werden, wodurch die verdrehten Stränge eingesetzt werden, bei denen die Stränge mit Luft durchblasen werden.

[0062] In Fig. 3 ist ein Verbundbauteil **21** dargestellt, welches eine Schicht **23**, im nachfolgenden auch als Außenbauteil **23** beziehungsweise Deckschicht benannt, und wenigstens ein Strukturelement **14** umfasst, welches eine Kernstruktur **18** bilden kann. Die Deckschicht **23** ist beispielsweise eine Aluminiumfolie oder Aluminiumverbundfolie. Ebenso kann die Deckschicht auch eine Gitterstruktur, ein Gewebe, ein Textil, ein Vlies, eine Holzplatte, eine Kunststoffplatte, eine Metallplatte, eine nichtmetallische Platte oder ein Verbundmaterial mit diesen Materialien oder anderen nicht plattenförmigen Strukturen sein. In dieser Ausführungsform sind die spiralförmigen Strukturelemente mit Abstand zueinander angeordnet. Gleichzeitig sind diese im Querschnitt gesehen nicht rund, sondern oval- oder rechteckförmig ausgebildet.

[0063] Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass die Strukturelemente **14** aneinandergrenzen und die Berührungspunkte miteinander verklebt oder verschweißt sind. Ebenso können diese Strukturelemente **14** auch ineinandergreifen. Des weiteren kann alternativ vorgesehen sein, dass mehrere Strukturelemente **14** übereinanderliegen und mit und ohne Abstand wahlweise zueinander gestapelt sind.

[0064] Die Deckschicht **23** kann auf der der Strukturele-

mente **14** gegenüberliegenden Seite mit weiteren Schichten versehen sein. Diese können unterschiedliche Materialien beinhalten. Beispielsweise kann die Deckschicht einen Vliesstoff und darüber einen Textilstoff umfassen, so dass die spiralförmigen Strukturelemente mit einer daran angeordneten Vliesschicht und einem textilen Überzug als Sitzbezug ausgebildet sein kann. Dieser weist den Vorteil auf, dass durch die spiralförmige Ausgestaltung eine Belüftung ermöglicht ist, so dass ein klimatisierter Sitzbezug geschaffen werden kann. Gleichzeitig kann bei der Verwendung und dem Einsatz von leitfähigen Faserwicklungen zusätzlich eine Sitzheizung ausgebildet sein. Beispielsweise können Kohlefasern auch als Verstärkungselement vorgesehen und eingebettet sein. Derartige kombinatorische Anwendungen sind auch auf weitere Bereiche übertragbar.

[0065] Besonders interessante Eigenschaften haben ebene Platten mit thermoplastischen Decklagen und einer Lage parallel gelegter Spiralen als Kernschicht. Bei Erwärmung auf Schmelztemperatur der Deckschichten sind diese Platten thermoplastisch verformbar. Der Kern soll hierbei nicht thermoplastisch erweicht sein. Dies ist entweder dadurch zu erreichen, dass man Spiralen mit höher schmelzenden Thermoplasten verwendet oder einfach dadurch, dass aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Aufbaus zwar die Deckschichten erweicht sind, nicht aber der kältere Kern. Der Kern ist dennoch freizügig verformbar und setzt der plastischen Umformung praktisch keinen Widerstand entgegen. Die Spiralen sind trotz steifem Ausgangsmaterial in Richtung ihrer Längsachse leicht biege- und dehnbar. Senkrecht hierzu können die Spiralen leicht aufeinander abrollen. Bei dieser Verformung ändert sich der Querschnitt der Spiralen praktisch nicht, so dass sich die Höhe des Sandwiches bei der Umformung kaum verändert.

[0066] Fig. 4a zeigt in stark vergrößerter Darstellung im Querschnitt die Grenzzone zwischen einem Außenbauteil **23** mit einer Fasergewebeverstärkung **25** und der Kernstruktur **18** aus einer Anordnung von Kunststoffspiralen **14** mit Faserverstärkung **16**. In der Realität wird die Dicke des Kunststoffbandes für die Spiralenwicklung meist weniger als 1 mm, die Dicke des faserverstärkten Außenbauteils **23** einige Zehntel bis einige Millimeter und der Durchmesser der Strukturelemente **14** einige Millimeter bis einige Zentimeter betragen. Kernstruktur **18** und Außenbauteil **23** können verklebt oder verschweißt sein. Die Kernstruktur **18** kann ohne Verbindung geschichtet oder gestapelt werden. Sie können aber gegenseitig ebenfalls verklebt oder verschweißt werden.

[0067] Die Verschweißung setzt eine thermoplastisch Matrix bei beiden Bindungspartnern voraus. Als Matrix für das faserverstärkte Außenbauteil **23** und für die Kunststoffwickelbänder beziehungsweise bandförmige Körper **15** wird man vorzugsweise identische Polymere, zumindest aber chemisch kompatible Kunststoffe, verwenden. Vor dem Aufeinanderlegen und Verpressen der Außenbauteile **23** auf den Strukturelementen **14** werden die Kernstruktur **18**, im allgemeinen die bereits gestapelten Spiralen **14** und die Außenbauteile **23** getrennt soweit erhitzt, dass die in Kontakt kommenden Oberflächenschichten über die Schmelztemperatur des Kunststoffs erwärmt sind. Hierbei sollten jedoch die tieferliegenden Schichten der Kernstruktur **18**, insbesondere die innenliegenden Schichten der Spiralen **14**, unterhalb der Schmelztemperatur der Kunststoffmatrix verharren, da sonst die Kernstruktur **18** beim Verpressen dem Pressdruck nicht standhalten wird. Diese gesteuerte Erwärmung gelingt am besten durch Infrarotbestrahlung.

[0068] Verklebt werden können Kernstrukturen **18** und Außenbauteile **23** mit duromeren und mit thermoplastischen Matrices. Eine Verklebung kann erzielt werden, indem die

Bauteile der Kernstruktur **18** und die Außenbauteile **23** vor dem Aufeinanderlegen und dem Verpressen mit Klebstoff vorbehandelt werden. Es ist aber bei verschiedenen Matrix-Werkstoffen auch möglich, ein Lösungsmittel, vorzugsweise als Lösungsmitteldampf, durch die Kernstruktur **18** des fertig gestapelten Aufbaus zu leiten, das die Oberfläche der Einzelteile anlöst, die dann unter Pressdruck nach dem Verflüchtigen des Lösungsmittels verkleben.

[0069] Auch bei optimaler Prozessführung ist eine Verschweißung nach dem in Fig. 4a dargestellten Verfahren häufig nicht möglich, da aufgrund der Anforderung, dass die Innenwände der Spiralen **14** bei der Infraroterwärmung ihre Steifigkeit nicht verlieren dürfen, keine intensive Oberflächenverschmelzung erzielt werden kann und Einbußen bei der Grenzflächenverschweißung hingenommen werden müssen. Insbesondere haben auch die für die Imprägnierung von Fasergeweben besonderes geeigneten amorphen und teilkristallinen Kunststoffe die Eigenschaft, dass sie keinen exakt definierten Schmelzpunkt haben. Es findet vielmehr über einen großen Temperaturbereich hinweg eine fortschreitende Erwärmung statt. Dadurch sind oftmals auch die tiefsten Schichten eines durch Strahlung erhitzten Bauteils bereits signifikant erweicht, wenn die Oberflächenschicht eine für die Verschweißung geeignete Temperatur annimmt.

[0070] In vielen Fällen wird es sinnvoll sein, zur Verschweißung der Spiralen **14** mit Außenbauteilen **3** vorzugehen, wie in Fig. 4b dargestellt ist.

[0071] Ein Außenbauteil **23** enthält eine Gewebeverstärkung **25**, die mit einer Kunststoffmatrix **27** imprägniert ist. Diese Kunststoffmatrix **27** kann in diesem Fall ein thermoplastischer oder ein duromerer Werkstoff sein. Die kernseitige Oberfläche des Außenbauteils **23** trägt eine thermoplastische Schweißschicht **28**. Eine solche Schweißschicht **28** kann vorzugsweise als Thermoplast- oder Schmelzklebefolie einseitig oder beidseitig im Herstellprozess des Außenbauteils **23** aufkaschiert sein. Diese Thermoplast- oder Schmelzklebeschicht **28** deckt einfach im ganz normalen Pressprozess für den Aufbau des Außenbauteils **23** den Lagenaufbau ab. Es ist erprobt, dass beispielsweise thermoplastische Polyurethanfolien auf diese Weise mit verschiedenen bevorzugt verwendeten thermoplastischen Matrices, aber auch mit Epoxidharzen, kombinierbar sind. Die Kunststoffwickelbänder **15**, aus denen die Spiralen **14** hergestellt sind, werden ebenfalls zumindest einseitig mit einer Thermoplast- oder Schmelzkleberschicht **29** abgedeckt, die zur Schweißschicht **28** auf den Außenbauteilen **23** kompatibel ist, insbesondere beispielsweise mit demselben Thermoplast- oder Schmelzklebermaterial. Dies geschieht wirtschaftlich in einem Arbeitsgang, welcher der Imprägnierung des Faserstranges **16** mit dem Matrixwerkstoff unmittelbar nachgeordnet ist. Nach der Imprägnierung und vor dem Wickelvorgang wird diese Thermoplast- oder Schmelzkleberschicht **29** unmittelbar auf das Wickelband **15** aufgetragen. Auch dieses Verfahren ist für duromere wie für thermoplastische Bänder **15** anwendbar. Bei der Verwendung von thermoplastischen Matrices ist anzustreben, dass die Schweißtemperatur der oberflächlichen Thermoplast- oder Schmelzkleberschicht **29** um 20°C bis 50°C unterhalb der Schmelztemperatur der Thermoplastmatrix liegt.

[0072] Die Ausführungen gemäß Fig. 4a und Fig. 4b sind insofern zu kombinieren, als auch nur die Außenbauteile **23** oder nur die Kernstruktur **18**, vorzugsweise aber die Kernstruktur **18**, mit einer Thermoplast- oder Schmelzkleberschicht **28**, **29** beschichtet sein kann, die einen niedrigeren Schmelzpunkt aufweist als die eigentliche Matrix, während der andere Bindungspartner, vorzugsweise die Außenbauteile **23**, entweder insgesamt eine Thermoplastmatrix aufweist, die mit dieser Thermoplast- oder Schmelzkleber-

schicht **28**, **29** verschweißbar, vorzugsweise identisch, oder die mit dem Schmelzkleber verklebbar ist.

[0073] Ein Anwendungsbeispiel ist in Fig. 5 dargestellt. Fig. 5 zeigt ein Rückenpolster **31** oder Sitzpolster für Fahrzeugsitze, Bürostühle oder dergleichen. In einer einfachen Ausgestaltung kann die Gitterstruktur **33** als Deckschicht eingesetzt werden und die spiralförmigen Strukturelemente **14**, wie beispielsweise gemäß den Fig. 1a oder 1b, mit Abstand einzeln auf einer Seite des Gitterelementes vorgesehen sein. Alternativ kann anstelle der gewebten oder gitterförmigen Struktur **33** auch ein Vlies oder eine Schaumstoffmatte vorgesehen sein. Ebenso kann ein aufvulkanisiertes Material mit Poren zur Durchlüftung eingesetzt werden. Die spiralförmigen Strukturelemente geben der biegeschlaffen Deckschicht eine gewisse Eigensteifigkeit, so dass dieses Verbundbauteil auch hinreichend handhabungsfähig für die Montage ist.

[0074] Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass eine zusätzliche Deckschicht vorgesehen ist. Beispielsweise können dann diese Strukturelemente einzeln zwischen oberer und unterer Decktage eingenäht sein, wodurch das spiralförmige Strukturelement durch Formschluss gehalten wird. Das spiralförmige Strukturelement kann jedoch auch genauso durch verschweißen oder verkleben der oberen und unteren Deckschicht oder auch nur durch eine einseitige Deckschicht formschlüssig eingebunden werden.

[0075] Die Herstellung derartiger Verbundbauteile **21** ist in den Fig. 6a und 6b näher dargestellt. Zur Herstellung einer regelmäßigen Anordnung der Spiralen wird ein Hilfswerkzeug **42** verwendet, welches Nuten aufweist, in der die spiralförmigen Strukturelemente **14** eingelegt werden. Im Anschluss daran wird eine Deckschicht **23** aufgelegt, um diese mit den Strukturelementen **14** zu verschweißen oder zu verkleben. Sofern die Deckschicht **23** aus einem duromeren Werkstoff besteht, der nach Fertigstellung des Verbundes nicht mehr verformbar ist, wird das Hilfswerkzeug bereits mit der Endgeometrie des Verbundbauteiles geformt.

[0076] Eine besondere Eigenschaft einer solchen Kernstruktur **18** durch die beabstandeten spiralförmigen Elemente **14** ist, dass sich die Spiralen bei Druck auf die Außenbauteile beziehungsweise Deckschicht federnd verhalten.

[0077] Ein weiteres Merkmal ist der äußerst geringe Widerstand der spiralförmigen Strukturelemente **14** gegen Durchströmung durch flüssige oder gasförmige Medien. Dadurch können belüftete Strukturen geschaffen sein. Diese Funktion ist beispielsweise bei Helmen, sonstigen Protektoren, Sitzlehnen, Tragegestellen von Rucksäcken oder dergleichen von Bedeutung. Um eine hinreichend belüftete Funktion zu erfüllen, wird die Deckschicht **23** vorzugsweise gasdurchlässig ausgestaltet. Beispielsweise können spezielle luftdurchlässige, jedoch wasserabweisende Schichten vorgesehen sein, wie dies bei der sogenannten Outdoor-Kleidung bekannt ist.

[0078] In den Fig. 7a und 7b ist jeweils eine weitere alternative Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Die Deckschicht **23** ist beispielsweise als bandförmiges Material ausgebildet, welches sich wiederum spiralförmig um ein oder mehrere spiralförmige Strukturelemente umschlingt, um diese zueinander anzuordnen.

[0079] In Fig. 7b ist die Deckschicht **23** als bandförmiges Material oder streifenförmiges Material ausgebildet, welches sich beispielsweise entlang einer Außenfläche erstreckt, wodurch das spiralförmige Strukturelement **14** in Längsrichtung versteift ausgebildet ist. Die Anzahl der streifenförmigen Deckschichten **23** innerhalb oder außerhalb oder wechselseitig entlang des Strukturelementes ist abhängig von der gewünschten Steifigkeit des Strukturelementes.

Die streifenförmige Deckschicht 23 kann in einer besonderen Ausgestaltung auch mit einer von dem spiralförmigen Strukturelement abweichenden Steigung um das Strukturelement gewickelt werden.

[0080] In Fig. 7c ist eine weitere alternative Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Der spiralförmige Körper 14 ist auf einer Deckschicht 23 vorgesehen. Diese ist beispielsweise aus einem elastischen oder einem steifen Material ausgebildet. Innerhalb des spiralförmigen Strukturkörpers läuft ein Band, welches als Gegenelement die Spirale zu der Deckschicht fixiert. Derartige Elemente finden beispielsweise Verwendung als dauerhafte mehrachsige Stoß- und Vibrationsisolatoren für empfindliche Anlagen und elektronische Teile.

[0081] Alternativ kann vorgesehen sein, dass beispielsweise die gezwirnte beziehungsweise verdrehte Spiralfeder stirnseitig auf einer Deckschicht aufgebracht ist. Durch Anordnen von mehreren nebeneinander vorgesehenen spiralförmigen Körpern kann eine federnd nachgiebige Aufnahme- fläche geschaffen sein. Ein Anwendungsfall hierfür könnte eine Liegefläche oder eine Matratze sein, bei der nur Naturstoffe Verwendung finden. Alternativ kann in einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung eine Deckschicht aus einem biegeschlaffen Material, zum Beispiel einem Flachs/PP Vlies verwendet werden. Durch Anordnen von mehreren nebeneinander liegenden spiralförmigen Körpern mit zum Beispiel ovalem Querschnitt, die mit der Deckschicht verbunden werden, kann eine federnd nachgiebige Aufnahme- fläche geschaffen werden. Die Verbindung der spiralförmigen Körper mit der Deckschicht kann beispielsweise durch Schweißen, Kleben, Nähen, Klammern erfolgen. Ein Anwendungsfall hierfür könnte eine Unterlage für eine Matratze sein oder bei entsprechender Aufpolsterung sogar die Matratze selbst ersetzen. Vorteilhafterweise wird jedoch hierbei eine obere biege- weiche Deckschicht derart aufgebracht, dass die spiralförmigen Strukturelemente einzeln oder in Gruppen zusammengefasst von dieser umschlossen werden und zwischen den Strukturelementen eine Verbindung von oberer und unterer Deckschicht hergestellt wird. Die obere Deckschicht hüllt damit die spiralförmigen Strukturelemente formschlüssig ein und schützt gleichzeitig eine darüber liegende Schicht vor den Kanten der Spiralen.

[0082] In den Fig. 8a und 8b ist eine weitere erfindungs- gemäße Ausgestaltung vorgesehen. Bei diesem Verbundbauteil 21 ist eine Sandwich-Konstruktion vorgesehen, wobei der Aufbau der Kernstruktur durch mehrere übereinander- liegende spiralförmige Körper 14 ausgebildet ist. Diese können wie in Fig. 8a dargestellt übereinandergestapelt liegen. Alternativ können unterschiedlich große Durchmesser miteinander kombiniert werden. Ebenso können definierte Lücken oder Abstände vorgesehen sein, um spezielle Wirkungen zu erzielen. Im Ausführungsbeispiel sind die Deckschichten aus Kunststoffplatten ausgebildet. Alternativ können auch biegeschlaffe Deckschichten verwendet werden, wie beispielsweise Textilien, Vliese oder dergleichen. Ebenso kann auf einer Seite eine steife Deckschicht und auf der gegenüberliegenden Seite eine biegeschlaffe Deckschicht vorgesehen sein.

[0083] Die in den Fig. 8a und 8b dargestellte Ausführungsform kann auch in eine in den Fig. 9a und 9b dargestellte Ausgestaltung übergeführt werden. Bei diesem Prozess kann in Abwandlung zu dem Prozess, durch welchen Sandwich-Bauweisen gemäß den Fig. 8a und 8b hergestellt werden, die untere Decklage 23 beispielsweise in eine Unterform eingebracht und verpresst werden, um im Anschluss daran die Spiralelemente 14 einzulegen. Nachdem die obere Decklage 23 auf dem Spiralenstapel aufgebracht ist, kann in einem Prozess dieser Aufbau gemeinsam verschweißt und

verpresst werden. Wenn Außenbauteile 23 im gleichen Prozess mit der Kernstruktur 18 verschweißt werden sollen, bei dem auch die Spiralen miteinander verschweißt werden, so muss zumindest die dem Kern zugewandte Oberfläche der Außenbauteile aus demselben thermoplastischen Kunststoff bestehen wie die Spiralen 14 der Kernstruktur 18 oder aus einem mit diesem kompatiblen Stoff. Einen besonders geeigneten Werkstoff für die Außenbauteile bilden Faserverbundwerkstoffe mit thermoplastischer Matrix. In diesem Fall bietet es sich auf jeden Fall an, die Kernstruktur 18 und die Außenbauteile 23 mit demselben Matrixkunststoff herzustellen. Dies gilt auch, falls man für die Außenbauteile unverstärkten Kunststoff einsetzt.

[0084] Falls die Außenbauteile 23 nicht aus einem zum Kernwerkstoff kompatiblen Kunststoff bestehen, so ist in vielen Fällen eine Beschichtung mit einem solchen Kunststoff möglich. Stattdessen ist auch die Beschichtung mit einer Schmelzklebefolie möglich. Auch duromere Faserverbundwerkstoffe können beim Konsolidierungsprozess beispielsweise thermoplastische Polyurethane- oder Schmelzklebefolien bei ausgezeichneter Haftung aufgepresst werden. Metallische Außenbauteile können mit dem Kunststoff der Kernstruktur mit Schmelzklebefolien oder mit einem kompatiblen Werkstoffpulver beschichtet werden. Besonders geeignet sind zum Beispiel Deckschichten aus einer Verbundfolie wie zum Beispiel einer Aluminiumverbundfolie, wobei zumindest eine Seite aus einer thermoplastischen Schicht besteht.

[0085] Des weiteren kann vorgesehen sein, dass während der Verschweißung der oberen und unteren Deckschicht mit den dazwischen gestapelten Spiralen Heißluft oder Gase oder Lösungsmittel durch die Form geblasen werden, die ein Anschmelzen der Oberfläche ermöglichen, damit die einzelnen Bauteile jeweils miteinander verklebt werden.

[0086] In Fig. 9c ist eine weitere Ausgestaltung eines Verbundbauteiles 21 dargestellt. Diese Anordnung zeigt, dass ein, zwei oder mehrere spiralförmige Strukturelemente 14 in zwei Deckschichten 23 eingebunden sein können. Dadurch können unterschiedlich große Kammern gebildet werden, welche zur Durchströmung von unterschiedlichen Medien mit unterschiedlichem Strömungsvolumen einsetzbar sind. Gleichzeitig können diese Elemente in den Bereichen, bei denen die Deckschichten unmittelbar aufeinander liegen, flexibel ausgestaltet sein, um somit an unterschiedliche Oberflächen angepasst zu werden. Diese zusammengepressten Bereiche können sowohl bewusst gefertigte Knickstellen als auch Sollbruchstellen darstellen.

[0087] Die Deckschichten 23 sind vorzugsweise aus gleichem Material. Es können auch Materialkombinationen gegeben sein. Durch die in Fig. 9c dargestellte Ausführungsform werden die Spiralen 14 durch Formschluss gehalten.

[0088] Ein Anwendungsbeispiel könnte sein, dass jeder Spiralkörper einzeln, wie beispielsweise in den Fig. 9d und e dargestellt, oder in Gruppen zusammengefasst durch eine obere und untere Deckschicht erfasst wird. Zumindest eine der Deckschichten besteht zum Beispiel aus einem selektiv absorbierenden Kupfer- oder Aluminiumabsorber oder aber auch aus einer selektiv beschichteten Verbundfolie, zum Beispiel einer Aluminiumverbundfolie, mit einer zur Sonneneinstrahlung hin gerichteten selektiven Schicht, wobei die selektiv absorbierende Beschichtung zum Beispiel aus Schwarzwach, Schwarznickel oder Titan-Nitrid-Oxid bestehen kann. Die auf der gegenüberliegenden Seite verwendete Deckschicht ist vorteilhafterweise dicht gegenüber den sie durchströmenden Medien, kann jedoch lichtdurchlässig sein, wie zum Beispiel Glas oder transparente Kunststoffe, oder aber auch lichtundurchlässig sein. Der so aufgebaute spiralförmige Strukturkörper mit den entsprechenden Deck-

schichten und den durch die Spiralen gebildeten Kammern kann zum Beispiel beim Durchströmen mit Luft als Luftkollektor oder beim Durchströmen mit einer Flüssigkeit als konventioneller solarthermischer Kollektor verwendet werden. Ganz besonders ist diese Art von Kollektor geeignet, um im Schwerkraftbetrieb betrieben zu werden.

[0089] In Fig. 9f geht eine weitere alternative Ausführungsform der Erfindung hervor. Beispielsweise kann in dem dargestellten Presswerkzeug zunächst lose die Deckschicht, die spiralförmigen Strukturelemente 14 als auch nochmals eine Deckschicht eingelegt werden, um dann in einem Pressvorgang die gewünschte Form bei gleichzeitigem Verkleben oder Verschmelzen der einzelnen Komponenten zu erzielen.

[0090] Ein Formwerkzeug kann auch eine beliebige Oberflächenstruktur aufweisen, bei der sowohl Anteile einer Verformung in Längsrichtung als auch in Querrichtung zur Längsachse des zumindest einen Strukturelements gesehen, vorgesehen sein. Somit kann eine dreidimensionale Verformung ermöglicht sein.

[0091] Dabei können Deckschichten mit unterschiedlichen Materialien oder mit ein- oder mehrlagigem Aufbau eingesetzt werden. Ebenso kann bei der Verwendung von unterschiedlich großen Spiralquerschnitten erzielt werden, dass die einzelnen Bereiche beim Verpressen der endgültigen Form unterschiedliche Dämpfungseigenschaften aufweisen, da Randbereiche gegeben sind, welche in gleichem Abstand mehrere Spiralkörper aufweisen und solche Bereiche gegeben sind, die einen größeren Abschnitt überspannen.

[0092] In Fig. 9g ist eine weitere alternative Ausführungsform eines verformten Verbundbauteils 21 zu Fig. 9f dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist eine Verformung entlang der Längsachse der Strukturelemente 14 erfolgt. In Fig. 9f ist dies Verformung quer zur Längsachse der Strukturelemente dargestellt.

[0093] Gemäß Fig. 10 können sich die Querschnitte der Spiralen 14 und damit auch die Dicke der Kernstruktur 10 in ihrer Längsrichtung verändern, so dass das Verbundbauteil 1 auch in Längsrichtung der Spiralen 14 einen schwankenden Querschnitt haben kann.

[0094] Eine bei der Verschweißtemperatur erweichende Matrix der Kernstruktur 18 kann auch gezielt genutzt werden, um den Querschnitt der Spiralen unter Pressdruck gezielt zu verändern, wie in Fig. 11a im Querschnitt und in Fig. 11b in perspektivischer Darstellung gezeigt. Diese Technik bezeichnet man als "crashed core"-Technik.

[0095] Spiralen 14 ohne Gegenwicklung verhalten sich auch bei Verwendung steifer Bänder 15 in ihrer Längsrichtung biegeschlaff. Aufgrund dieses Verhaltens können fertig verschweißte Sandwichplatten mit thermoplastischer Matrix gemäß Fig. 12 leicht in Längsrichtung der Spiralen 14 verformt werden. Dabei ist notwendig, dass die Verschweißung der Außenbauteile 23 mit der Kernstruktur 18 ebenso wie die Matrix der Außenbauteile 23 bei der Umformung erweicht ist. Dagegen sollte die Matrix der Spiralen 14 nicht erweicht sein, und es ist günstig, wenn die Matrix der Spiralen 14 eine erheblich höhere Schmelztemperatur aufweist als die Matrix der Außenbauteile 23 oder duromer ist. Quer zur Längsachse der Spiralen 14 sind derartige Sandwichplatten ebenfalls leicht verformbar, wenn die Spiralen 14 der Kernstruktur 18 gegeneinander nicht verschweißbar oder verklebt sind oder wenn diese Verschweißung bei der Umformung durch Erweichung gelöst ist. Wenn, wie vorausgesetzt, bei der Umformung die Matrix der Spiralen 14 selbst nicht signifikant erweicht ist, wird bei dieser Umformung der Querschnitt der Verbundbauteile 21 auch bei erheblicher dreidimensionaler Umformung nicht erheblich verändert

werden.

[0096] Sofern man als Matrixmaterial für die Bänder 15 einen Thermoplastwerkstoff mit einem sehr weit gespreizten Erweichungsbereich verwendet, kann man die Kernstruktur 18 zur Verschweißung mit den Außenbauteilen 23 soweit erwärmen, dass sie insgesamt plastisch wird, ohne zusammenzubrechen. Man kann dann beim Verpressen des Verbundbauteils 21 in einem strukturierten Werkzeug in weiten Bereichen variierende Kerndicken realisieren, indem die Kernstruktur 18 mehr oder weniger komprimiert wird (Fig. 13a und 13b).

[0097] Eine komplexe Kernstruktur 18 kann beispielsweise gemäß Fig. 14a aus einem einzigen Bandabschnitt gefertigt werden. Gemäß Fig. 14a wird ein Bandabschnitt 43 lokal geschlitzt (S) und gemäß Fig. 14b in einem Prägewerkzeug oder zwischen zwei Prägewalzen strukturiert. Bei nicht zu großen Bauteilmessungen kann so die vollständige Kernstruktur 18 oder bei dicken Kernen zumindest eine Lage der Kernstruktur 18 aus einem einzigen Bandzuschnitt 43 erzeugt werden.

[0098] Der Gegenstand der Erfindung ist nicht auf einzelne Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr können auch einzelne Ausführungsbeispiele untereinander kombiniert werden. Ebenso gilt dies für einzelne Merkmale in einzelnen Beispielen, die wiederum ein- oder mehrfach in beliebiger Kombination mit anderen Einzelkomponenten oder Ausführungsformen kombinierbar sind.

Patentansprüche

1. Strukturelement bestehend aus einem bandförmigen Körper, der aus Kunststoff mit Verstärkungsfasern vorgesehen ist und eine spiralförmige Anordnung aufweist, wobei der bandförmige Körper nachträglich nach Bildung der spiralförmigen Anordnung verformbar ist.
2. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern in eine thermoplastische Matrix eingebettet sind.
3. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper plastisch, elastisch, unter Druck und/oder unter Temperatur verformbar ist.
4. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper auf eine Temperatur unterhalb des Erweichungs- oder Schmelzpunktes aufheizbar und umformbar ist.
5. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die spiralförmige Anordnung des bandförmigen Körpers auf eine Temperatur oberhalb des Erweichungs- oder Schmelzpunktes aufheizbar und umformbar ist.
6. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper diskontinuierlich faserverstärkt ausgebildet ist.
7. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper in sich zumindest einfach verdreht ist.
8. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper mit einem oder mehreren weiteren Körpern aus gleichen oder verschiedenen Materialien miteinander verdreht ist.
9. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper Verstärkungsfasern aufweist, welche in Längsrichtung des Körpers ausgerichtet und vorzugsweise in Form von endlosen Faserrovings eingebettet

sind.

10. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper in Form eines Wickelschlauches oder spiralförmig geschlitzten Rohres ausgebildet ist.

11. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper zumindest eine elektrisch leitende Einlage aufweist, welche in dem Körper zumindest teilweise kraft-, form- und/oder stoffschlüssig eingebettet ist, die vorzugsweise als elektrischer Leiter oder als Kohlefaser ausgebildet ist.

12. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung umhüllt ist.

13. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Kunststoffe des bandförmigen Körpers Thermoplaste, insbesondere Polyamid, thermoplastische Polyurethane, Polypropylen, Polyethylen, Polycarbonat, thermoplastische Polyester, Polysulfon, Polyestersulfon, Polyetherimid, Polyetherketone oder auch duromere Harze, insbesondere Epoxid-, Polyester-, Vinylester-, Phenol- oder Polyesterharze vorgesehen sind.

14. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der bandförmige Körper aus einem Hybridgarn hergestellt ist.

15. Strukturelement nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Hybridgarn zur Formgebung des bandförmigen Körpers durch Vorkonsolidierung, wie beispielsweise Ziehen durch wenigstens eine Düse oder Ziehen über wenigstens eine Umlenkung, vorzugsweise unter Temperatureinfluss hergestellt und gewickelt wird.

16. Strukturelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern aus Glas-, Aramid- oder Kohlenstofffasern, Metallfasern, Keramikfasern, Cellulosefasern, Jutefasern, Flachsfasern, Hanffasern, Sisalfasern, Polyethylenfasern, Polypropylenfasern, Polyamidfasern, Polyesterfasern oder dergleichen vorgesehen sind.

17. Verbundbauteil mit einer Schicht und wenigstens einem Strukturelement aus thermoplastischem, duroplastischem oder elastischem Material oder mit wenigstens einem Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein spiralförmiges Strukturelement an der Schicht vorgesehen ist.

18. Verbundbauteil nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht ein- oder mehrlagig ausgebildet ist.

19. Verbundbauteil nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere spiralförmige Strukturelemente mit gleichem oder unterschiedlichem Abstand zueinander auf der Schicht angeordnet sind.

20. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die spiralförmigen Körper sich gegenseitig berühren oder an ihren Berührungspunkten oder Berührungsflächen verschweißt oder verklebt sind.

21. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die spiralförmigen Strukturelemente mehrlagig übereinander gestapelt sind.

22. Strukturelement nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Strukturelement formschlüssig zwischen zwei Strukturelementen, welche mit der Schicht oder mit wenigstens einem weiteren Strukturelement in Verbindung stehend

zur Deckschicht positioniert ist.

23. Strukturelement nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Strukturelement mit der Schicht verbunden ist und wahlweise wenigstens ein weiteres Strukturelement an der Schicht und/oder einem benachbarten Strukturelement verbunden ist.

24. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus einem flächigen Material ausgebildet ist, welches eine plane oder in wenigstens einer Raumdimension verformte Geometrie aufweist.

25. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Kunststoff, thermoplastischen Schäumen, Schaumstoffen, Holz, Metall, Nichtmetall, Verbundmaterialien, Textilien, Vliesen, Geweben, Gitterstrukturen oder einer beliebigen Kombination hiervon vorgesehen ist.

26. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht einen oder mehrere bandförmige Körper einzeln, mehrere zusammen oder alle gemeinsam zumindest teilweise umgibt.

27. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht zumindest abschnittsweise mit wenigstens einem Strukturelement verbunden ist.

28. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht streifenförmig ausgebildet ist und einzeln oder mehrfach entlang eines oder mehrerer Körpern angeordnet ist.

29. Verbundbauteil nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass eine streifenförmige Schicht spiralförmig ausgebildet ist und wenigstens ein spiralförmiges Strukturelement umgibt oder dass mehrere streifenförmige Schichten aneinander grenzend und/oder übereinander liegend vorgesehen sind, welche mehrere bandförmige Körper in spiralförmiger Anordnung verbinden.

30. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Schicht zur Bildung einer Sandwich-Konstruktion vorgesehen ist.

31. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schicht aus gleichem oder abweichendem Material vorgesehen und ein- oder mehrlagig ausgebildet ist.

32. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass eine obere und untere Schicht vorgesehen ist, durch welche der spiralförmige Körper einzeln umhüllt vorgesehen und mehrere spiralförmige Körper getrennt zueinander benachbart vorgesehen sind.

33. Verbundbauteil nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die den wenigstens einen spiralförmigen Körper umgebende Schicht an den Berührstellen miteinander verbunden sind.

34. Verfahren zur Herstellung eines Verbundbauteils nach mindestens einem der Ansprüche 17 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Schicht und das zumindest eine Strukturelement zur Herstellung des Verbundes gemäß der vorgesehenen Endform des Verbundbauteils in Kontakt gebracht werden, anschließend ein heißes Gas durch das Strukturelement geleitet wird, das zumindest die Oberflächen des Strukturelementes und die dem Strukturelement zugewandten Oberflächen der Schicht zum Aufschmelzen bringt, dass der Aufbau entweder schon vor, vorzugsweise

aber nach, dem Beginn des Aufschmelzens unter Pressdruck gesetzt wird, dass die Heißluftzufuhr nach der Beendigung des Aufschmelzprozesses abgeschaltet und gegebenenfalls durch eine Kühlluftzufuhr ersetzt wird, und dass der Pressdruck bei vorzugsweise kontrolliertem Verfahrensweg mindestens bis zum vollständigen Erstarren des zuvor aufgeschmolzenen Kunststoffes aufrecht erhalten wird.

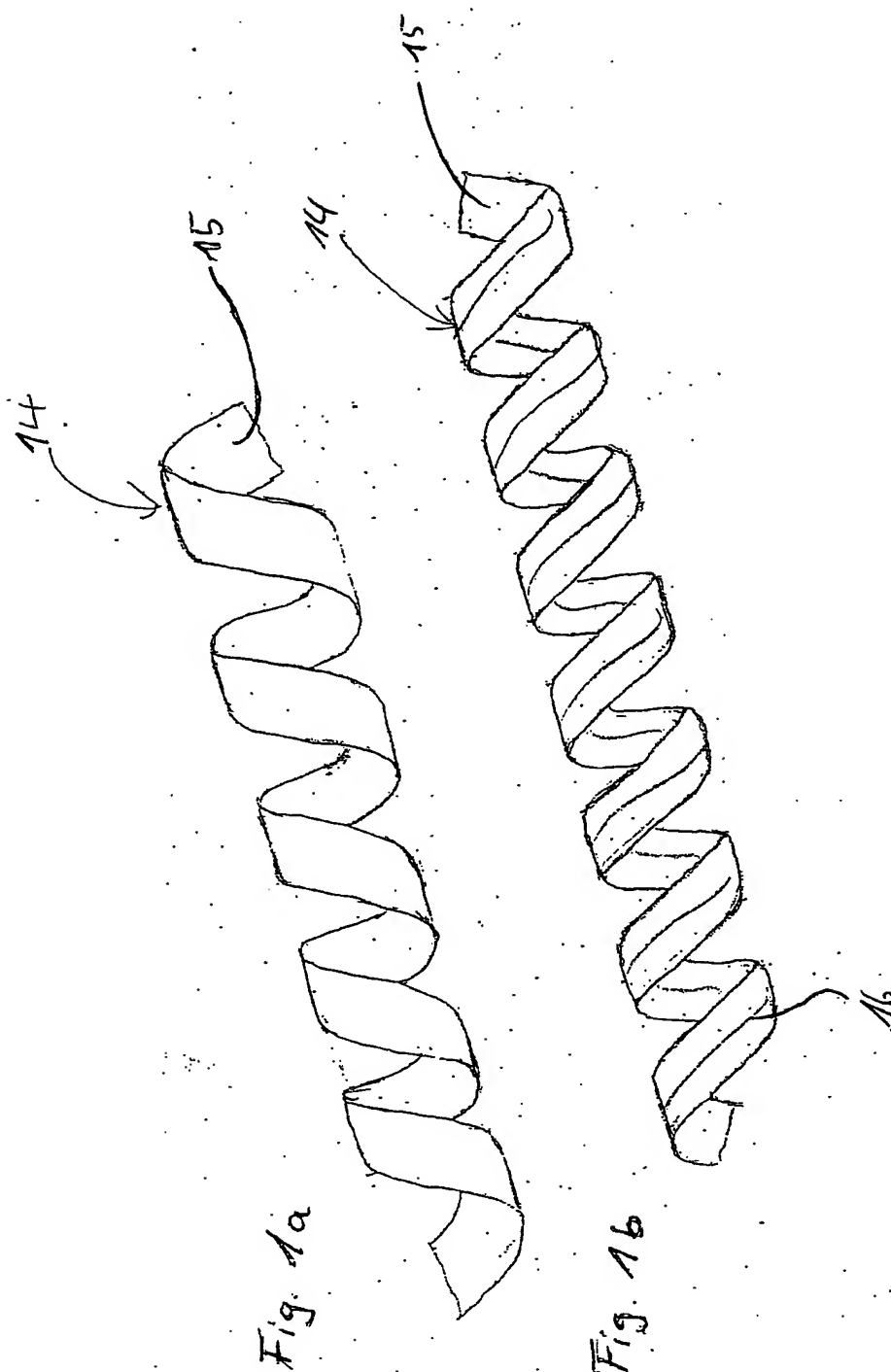
35. Verfahren zur Herstellung eines Verbundbauteils nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht und das Strukturelement zur Herstellung des Verbundes gemäß der vorgesehenen Endform des Verbundbauteils in Kontakt gebracht werden, anschließend ein Lösungsmittel, vorzugsweise in Dampfform, durch das Strukturelement geleitet wird, das die Oberflächen des Strukturelementes und die dem Strukturelement zugewandten Oberflächen der Schichten zum Anlösen bringt, dass der Aufbau entweder vor, vorzugsweise aber nach, dem Beginn des Lösungsprozesses unter Pressdruck gesetzt wird, dass anschließend ein Gas durch das Strukturelement geleitet wird, in dem das Lösungsmittel aufgenommen wird und dass der Pressdruck mindestens solange aufrecht erhalten wird, bis die zuvor angelösten Kontaktstellen zwischen dem Strukturelement und den Schichten wieder vollständig ausgehärtet sind.

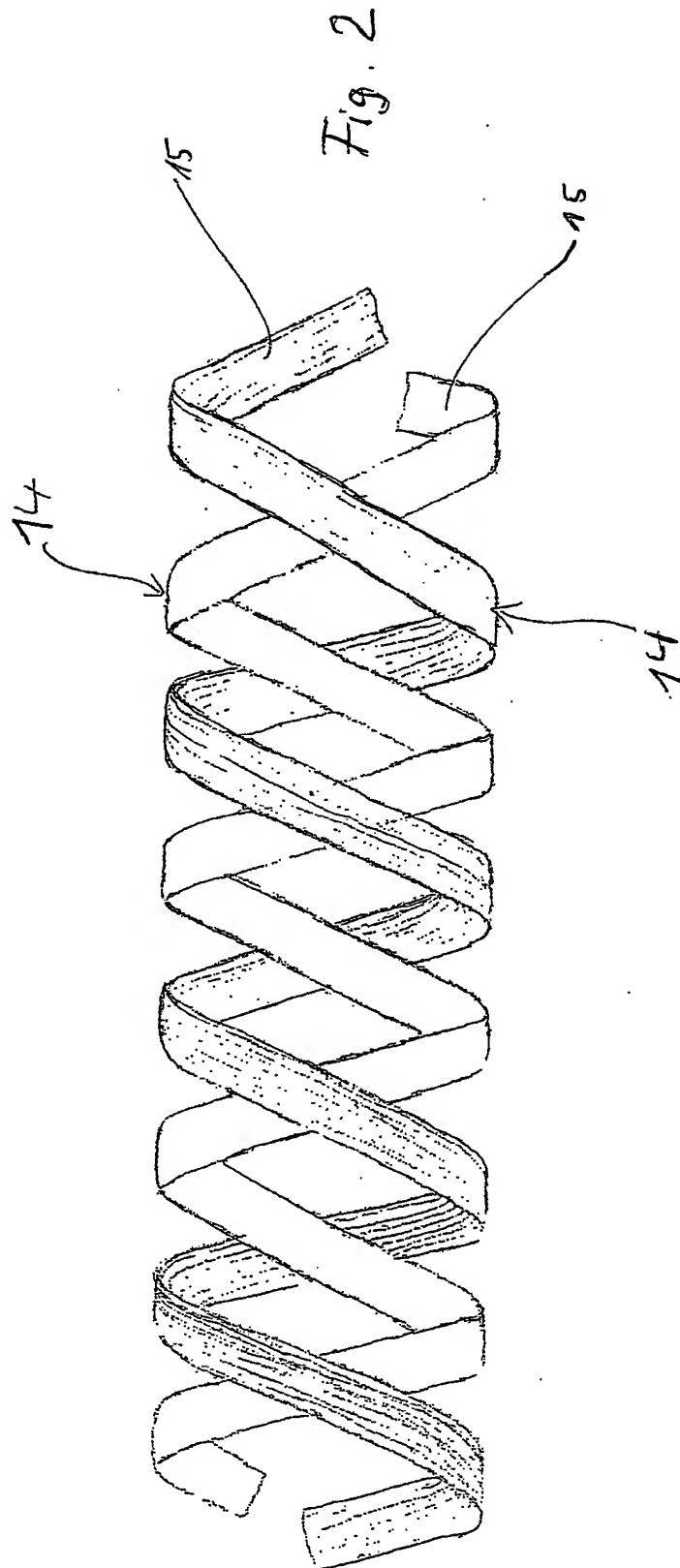
36. Verfahren zur Herstellung eines Verbundbauteils nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 33 in zwei Schritten, wobei in einem ersten Schritt zunächst eine plane Sandwichplatte bestehend aus einem Strukturelement und beidseitig aufgebrachten Schichten durch Verschweißen des Strukturelementes mit den Schichten hergestellt wird und in einem zweiten Schritt diese Platte nach Erwärmung über die Schmelztemperatur der Schweißverbindung in einem Presswerkzeug umgeformt und dort anschließend unter Pressdruck zumindest bis unter die Erstarrungstemperatur aller Werkstoffe abgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass als Matrixwerkstoff für das Strukturelement ein Thermoplast hoher Schmelzviskosität verwendet wird, der durch Aufschmelzen mit der Matrix oder der Oberflächenbeschichtung der Schichten eine Schweißverbindung eingeht, dass zum Zwecke der Aufheizung der Sandwichplatte auf die Umformtemperatur ein heißes Gas durch das Strukturelement geleitet wird und dass die Dicke der Sandwichplatte bei der Umformung unverändert bleibt, insgesamt verringert oder gemäß der gewünschten Endgeometrie des Verbundbauteils lokal verringert wird, wobei das Presswerkzeug ein Gesenk ist, dessen Innengeometrie der angestrebten Bauteilgeometrie entspricht.

37. Verfahren zur Herstellung eines Verbundbauteils nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 33 in zwei Schritten, wobei in einem ersten Schritt zunächst eine plane Sandwichplatte bestehend aus einem Strukturelement und beidseitig aufgebrachten Schichten durch Verschweißen des Strukturelementes mit den Schichten hergestellt wird und in einem zweiten Schritt diese Platte nach Erwärmung über die Schmelztemperatur der Schweißverbindung auf einer Unterform umgeformt und dort anschließend unter Pressdruck zumindest bis unter die Erstarrungstemperatur aller Werkstoffe abgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffschichten als Ausgangswerkstoff für die Strukturelemente aus duromerem oder thermoplastischem Kunststoff bestehen und eine Oberflächenbeschichtung aus einem thermoplastischen Werkstoff

tragen, dass dieser thermoplastische Werkstoff identisch mit oder kompatibel zum kernseitigen Oberflächenmaterial der Schichten ist, dass die Erweichungstemperatur des Matrixwerkstoffes der Kunststoffschichten höher liegt als die Schmelztemperatur der Oberflächenbeschichtung und der Matrix der Schichten, dass zum Zwecke der Aufheizung der Sandwichplatte auf die Umformtemperatur ein heißes Gas durch das Strukturelement geleitet wird und dass die Sandwichplatte nach dem Erhitzen auf eine Temperatur, die höher liegt als die Schmelztemperatur der Matrix der Schichten und der Oberflächenbeschichtung der Kunststoffschichten, aber niedriger als die Erweichungstemperatur des Matrixwerkstoffes der Kunststoffschichten, auf der Unterform unter einem Pressdruck umgeformt wird, der das Strukturelement nur in geringem Umfang und nur elastisch komprimiert.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen





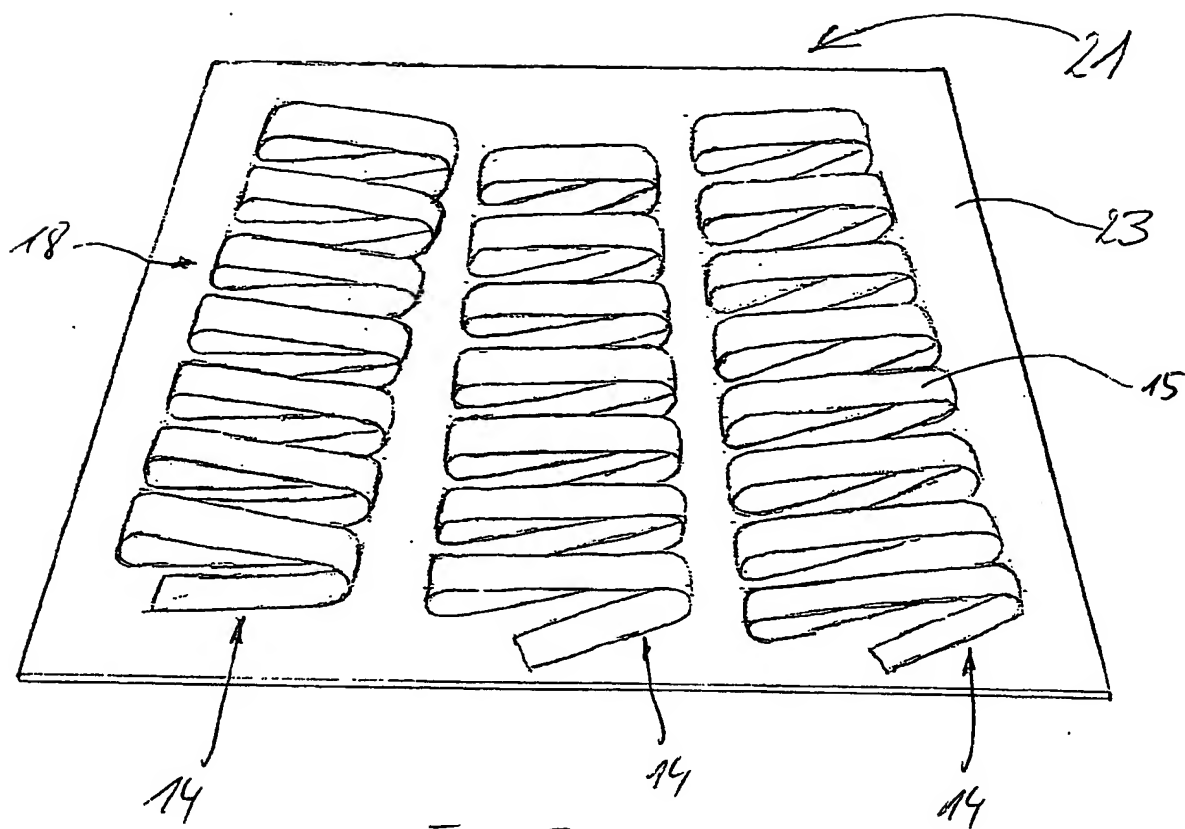
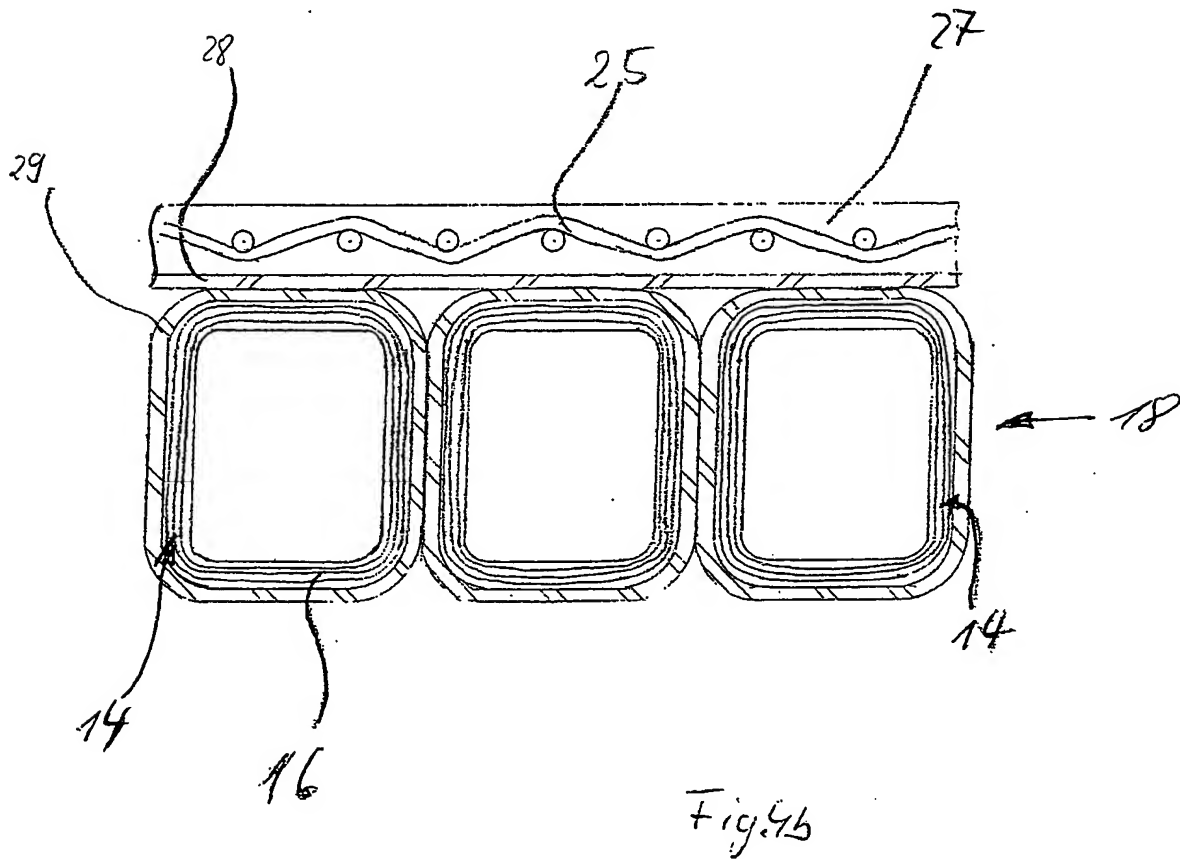
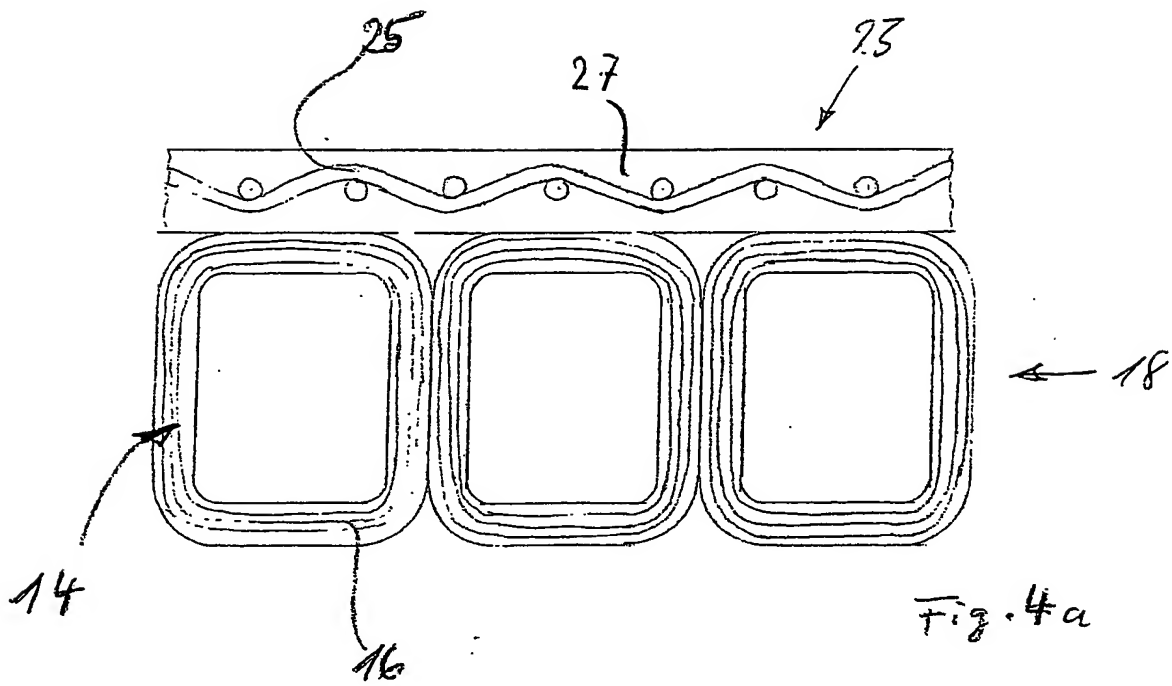


Fig. 3



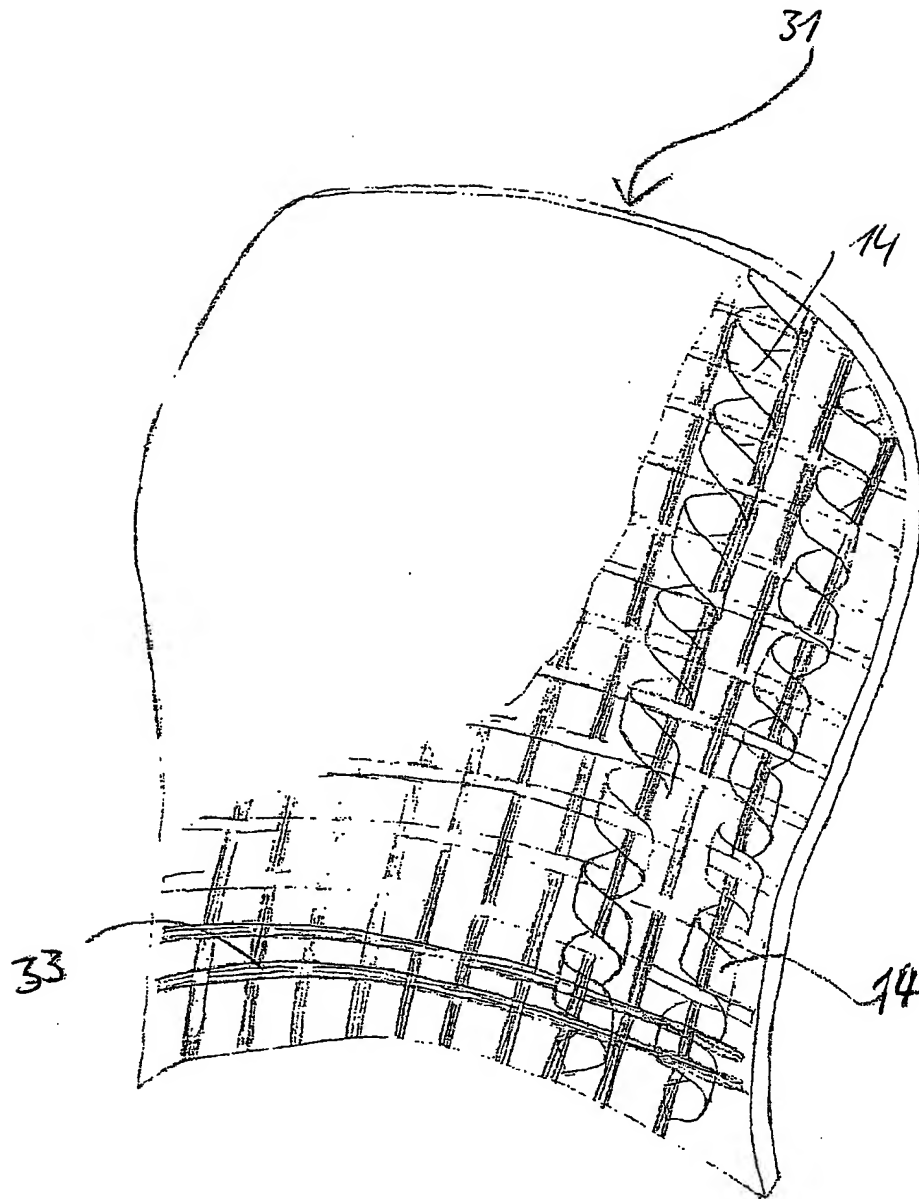
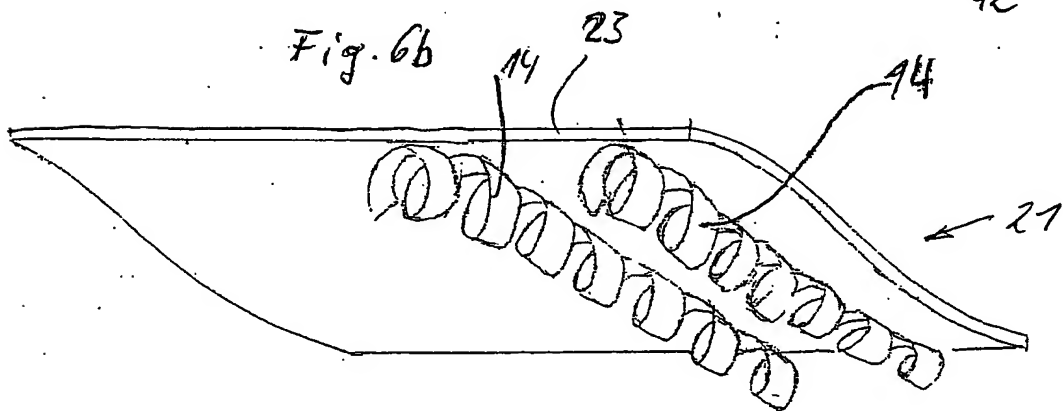
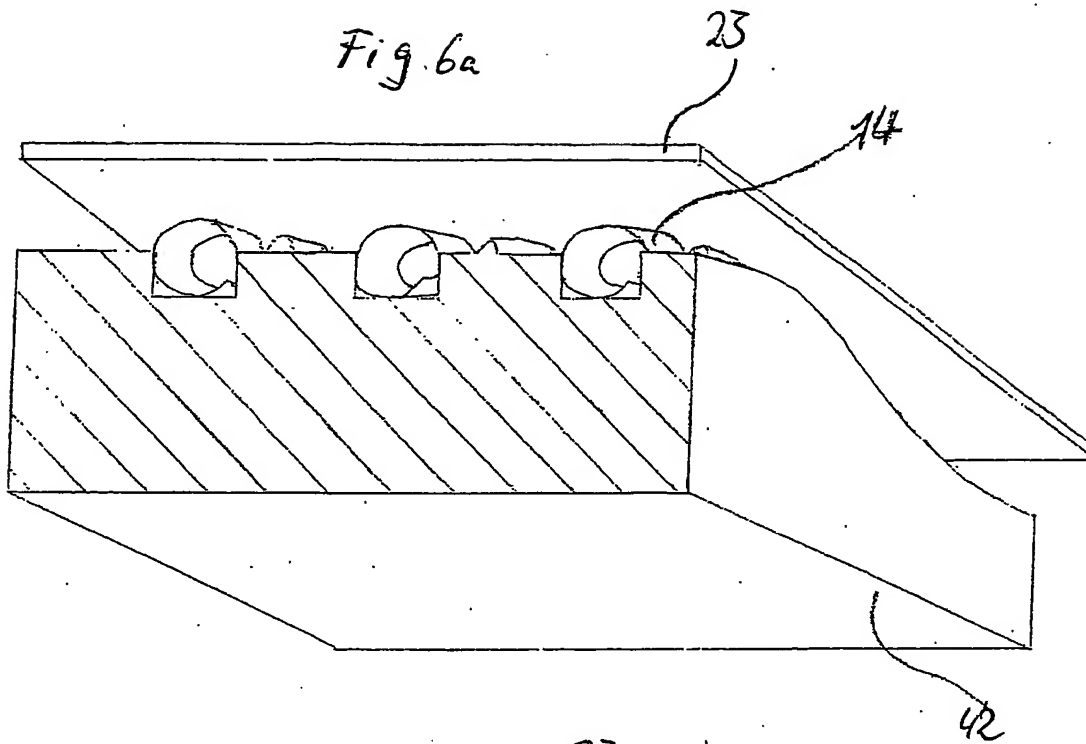


Fig 5



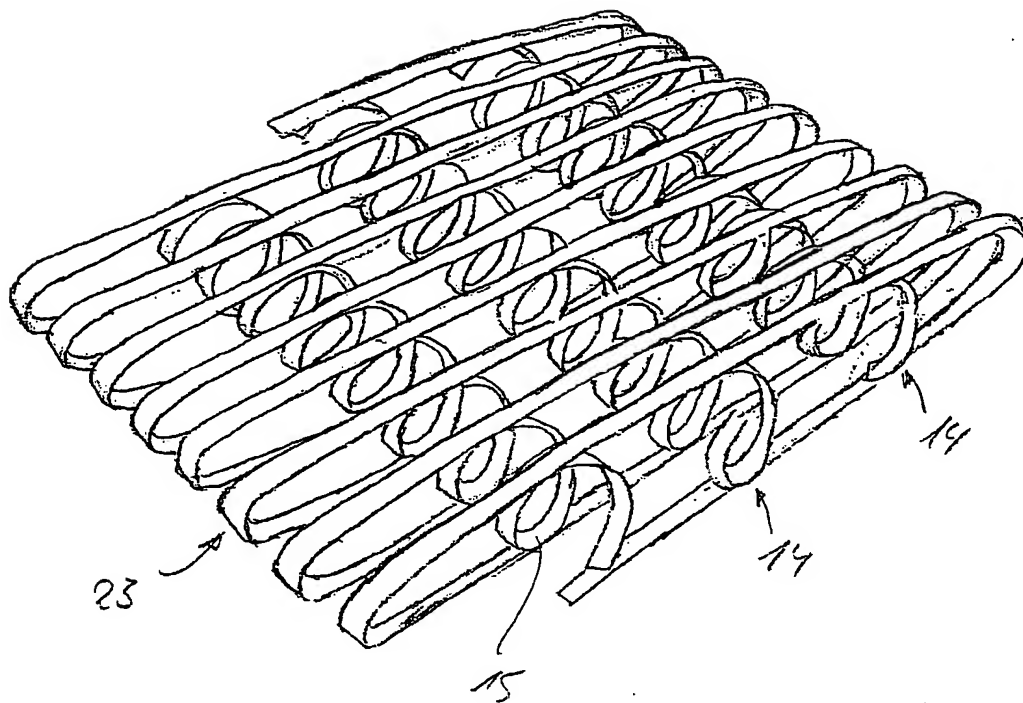


Fig. 7a

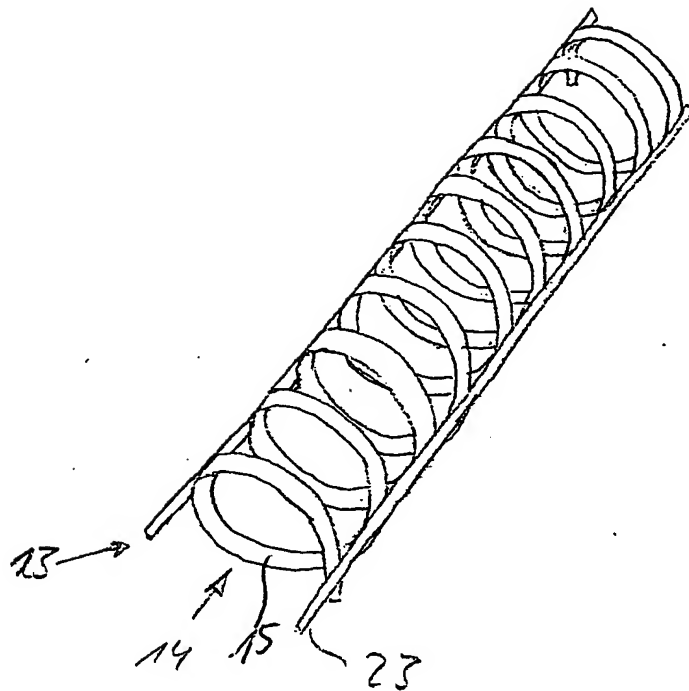


Fig. 7b

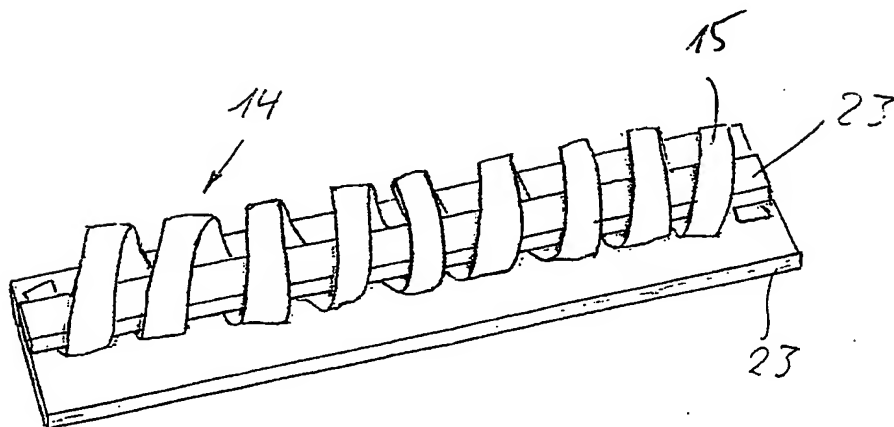
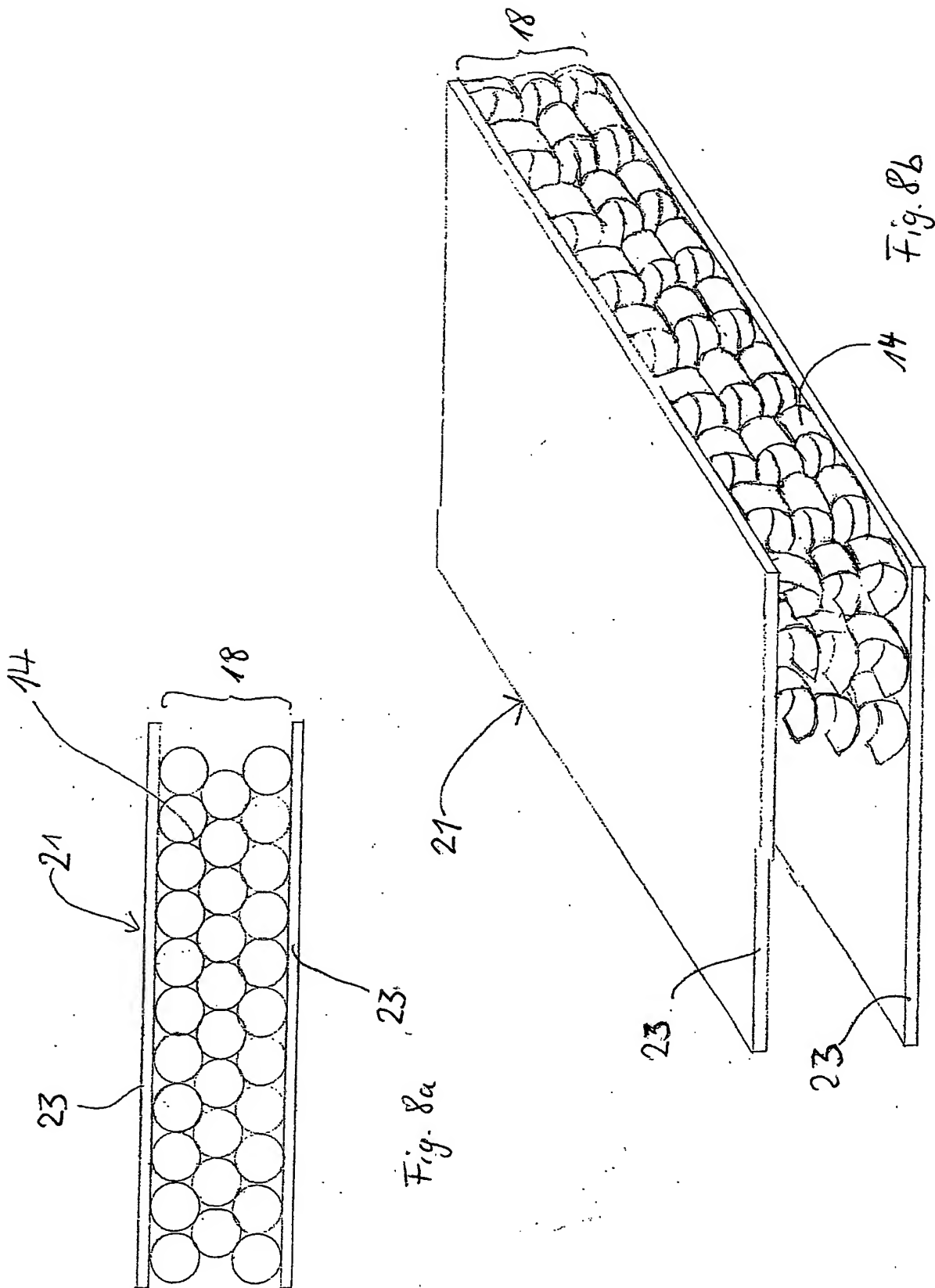


Fig. 7c



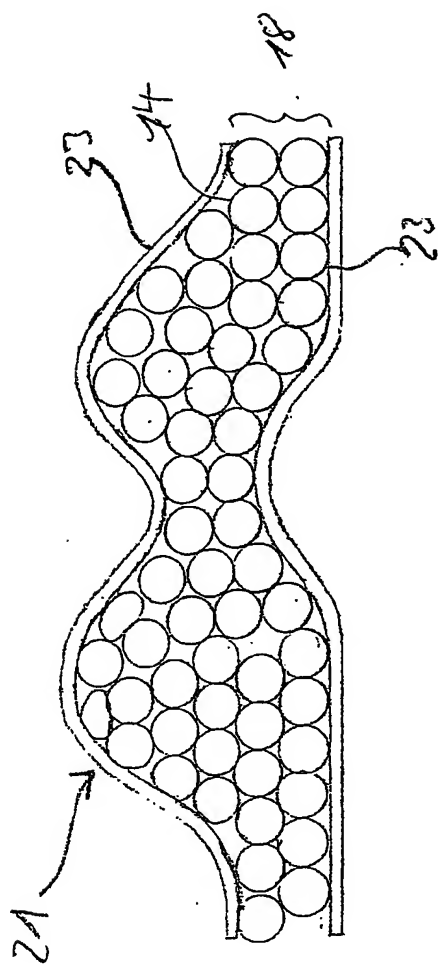


Fig. 9a

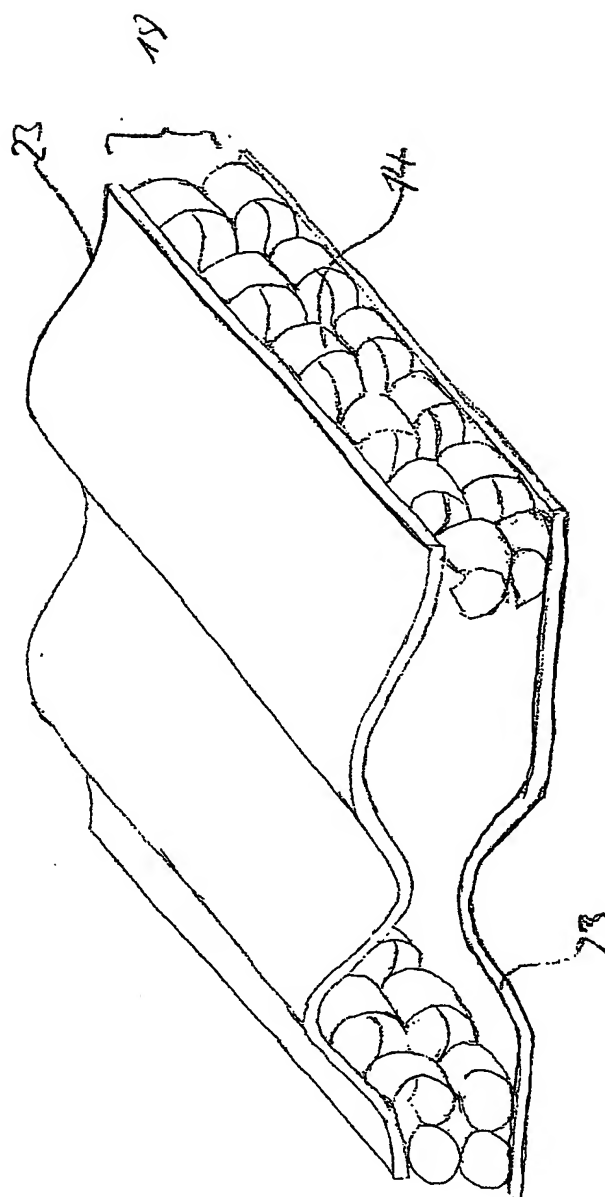


Fig. 9b

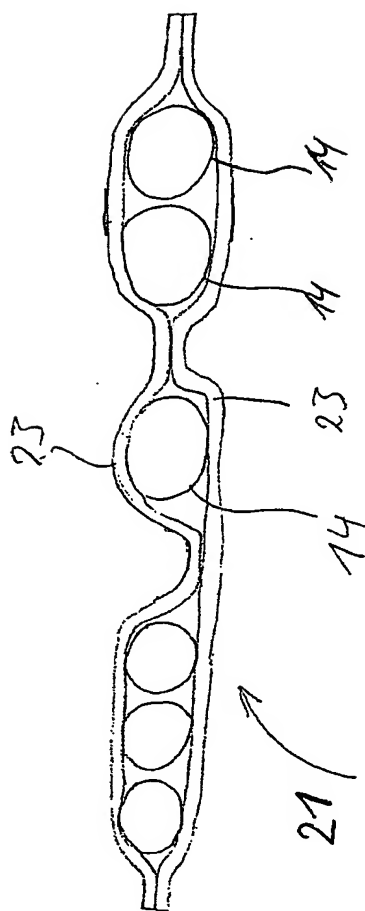


Fig 9c

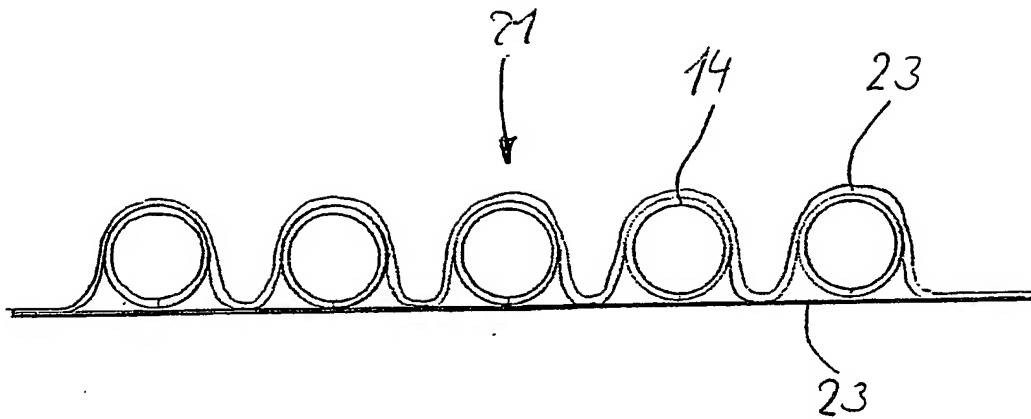


Fig. 9d

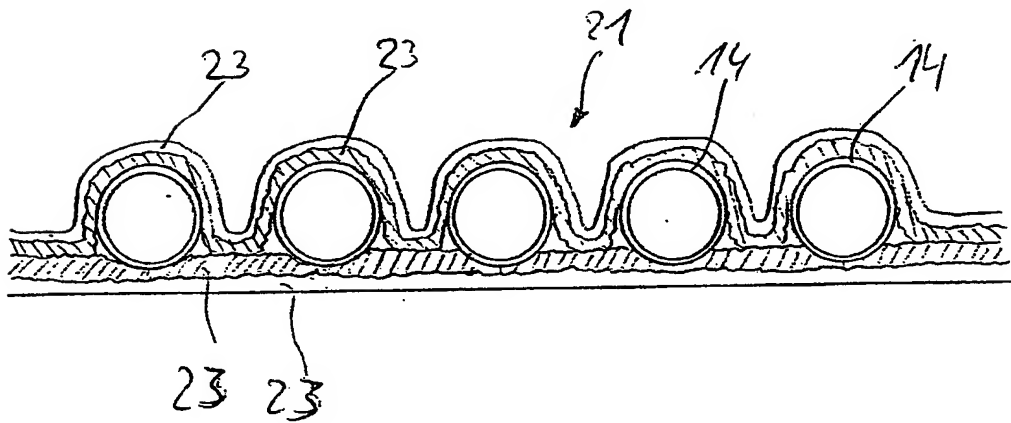


Fig. 9e

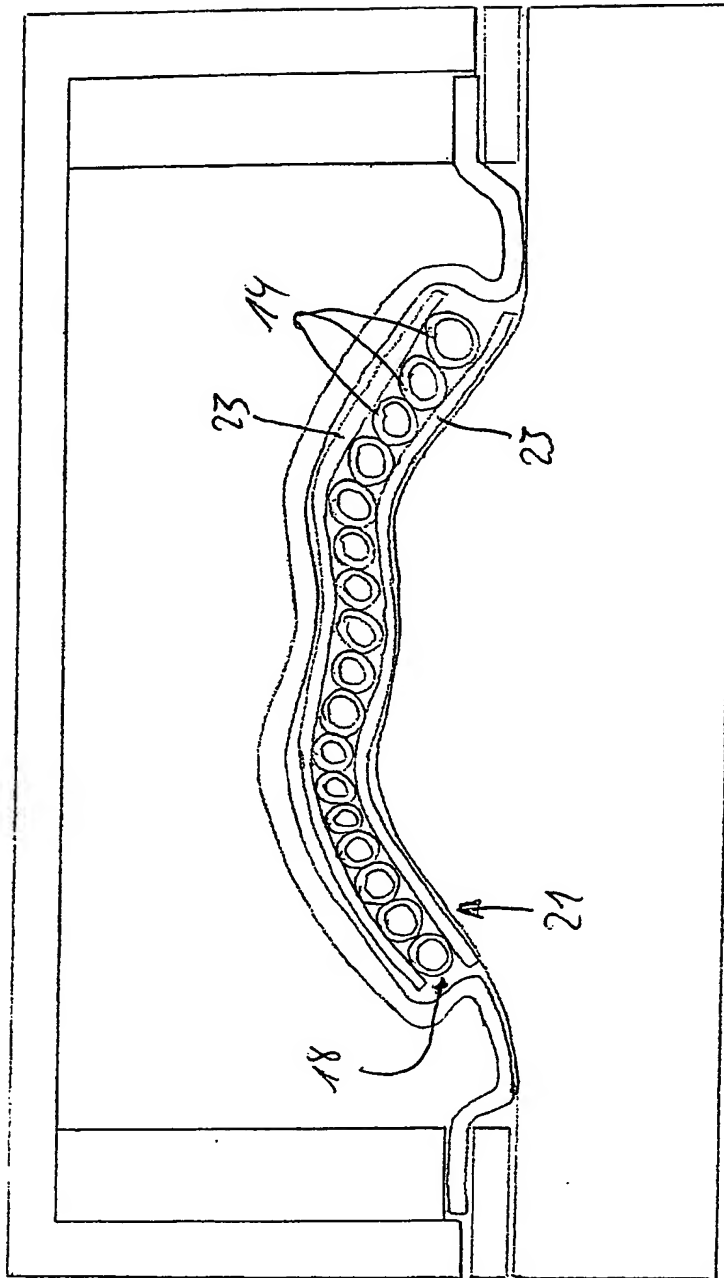


Fig. 9f

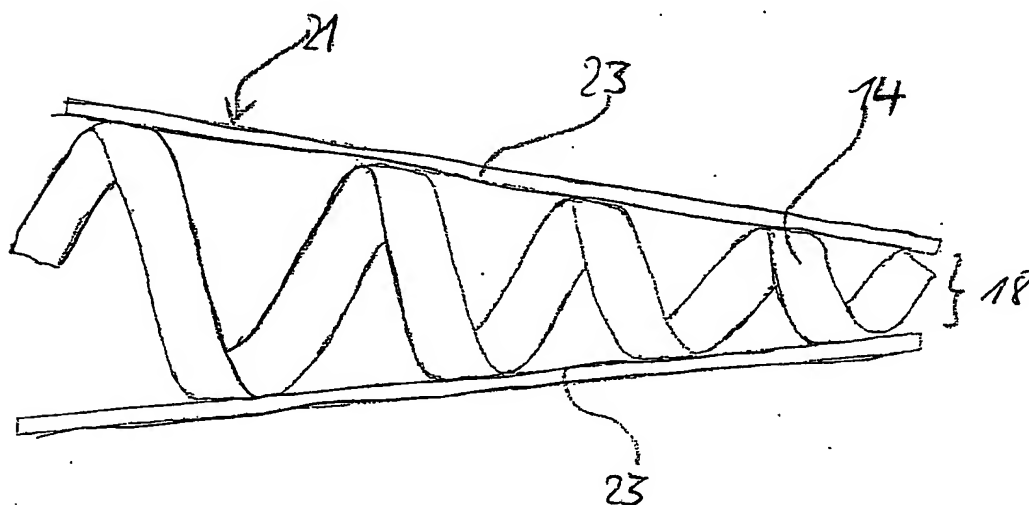
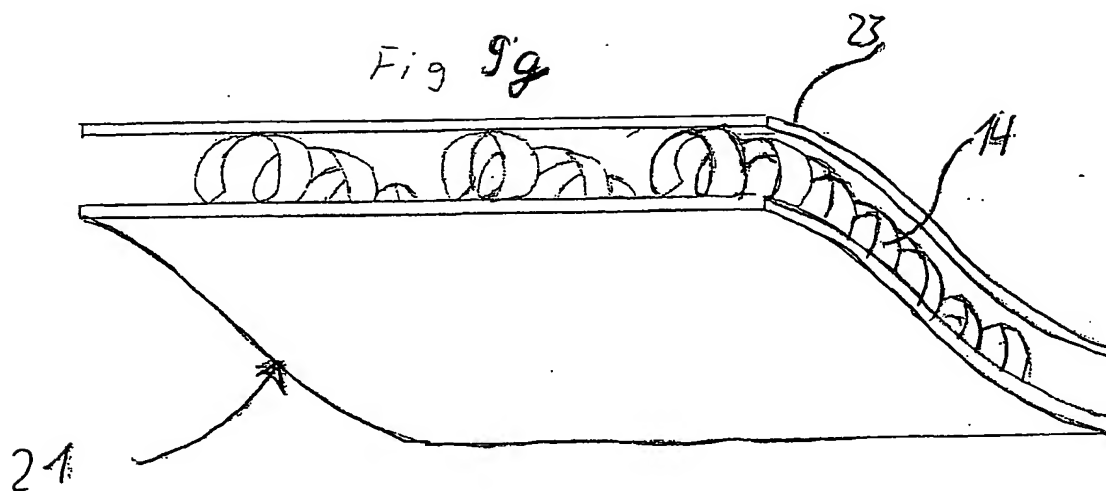
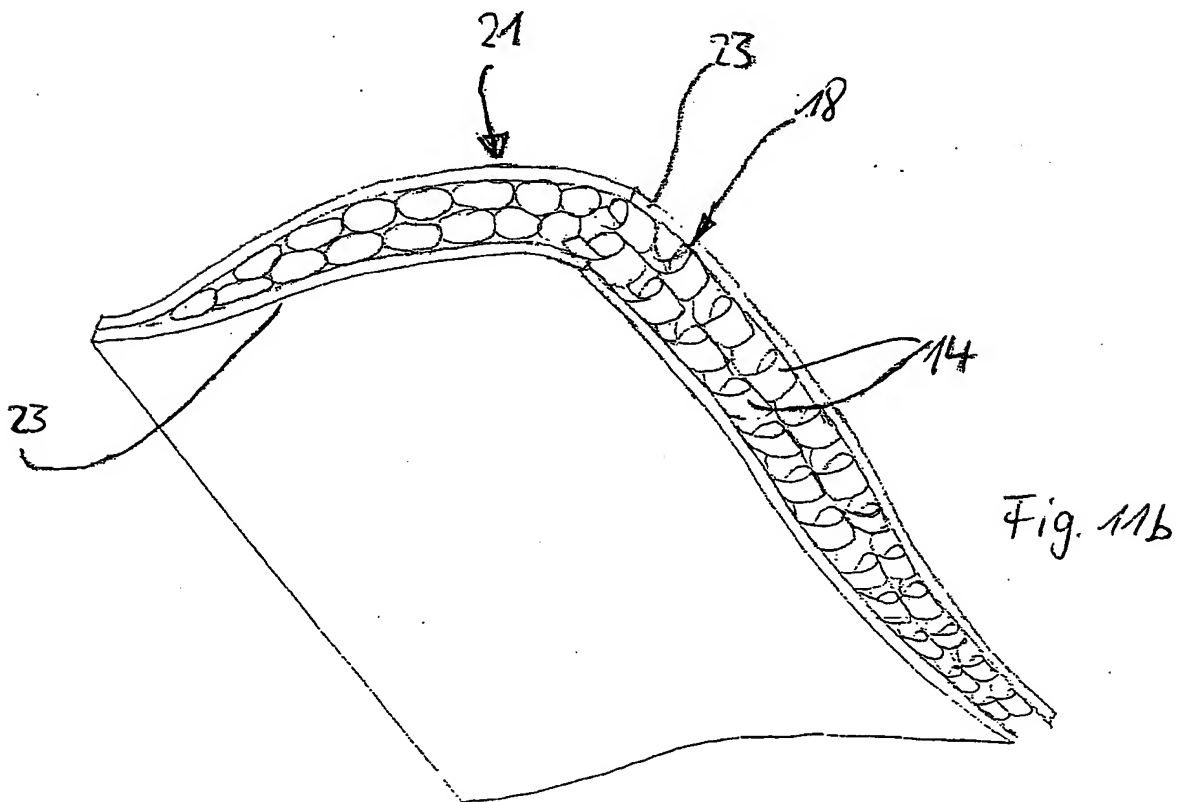
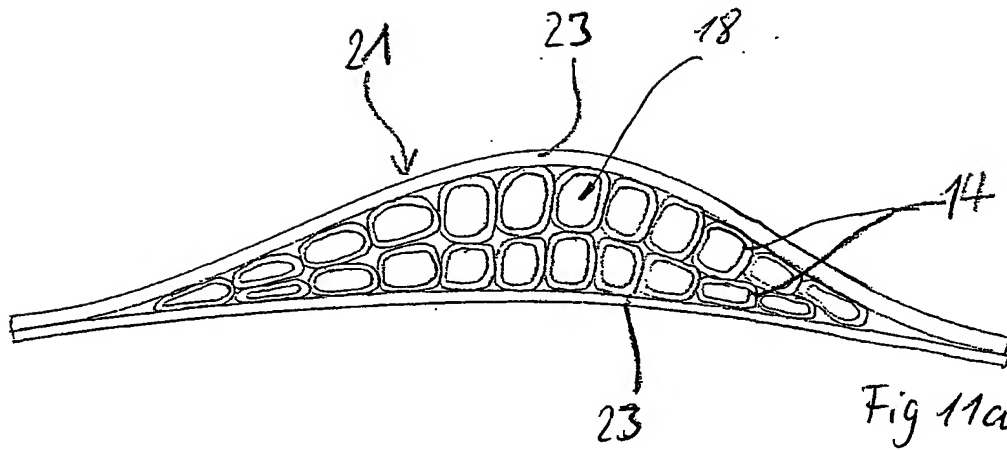


Fig. 10



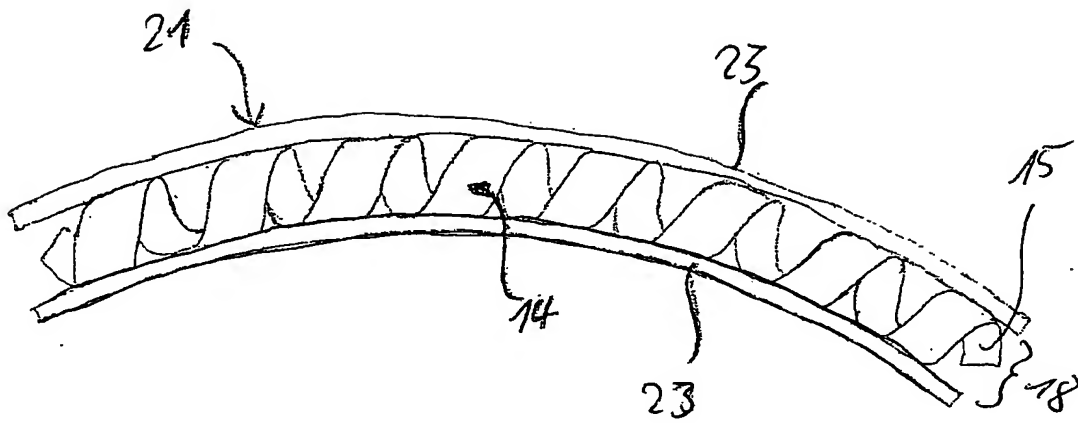


Fig. 12

Fig. 13 a

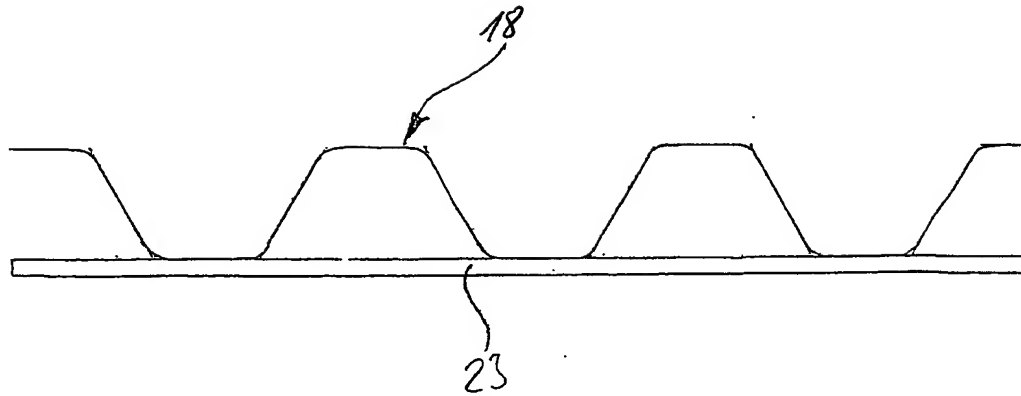


Fig. 13 b

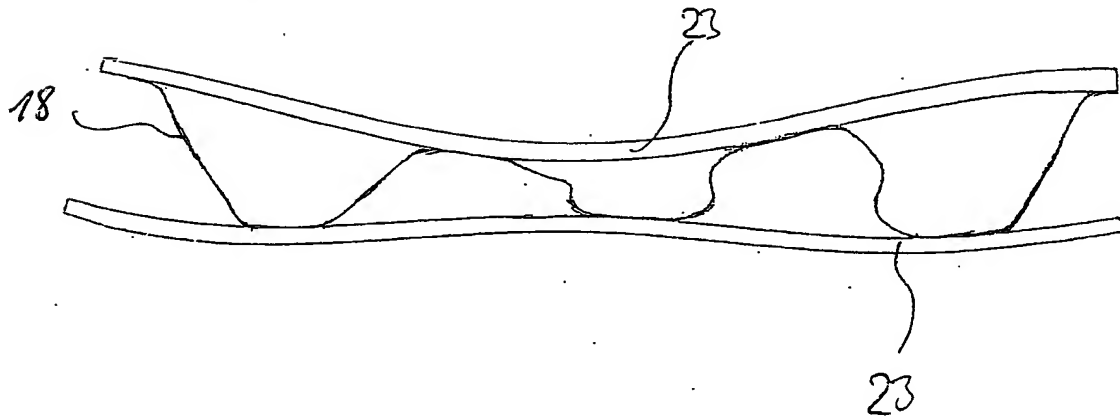


Fig. 14a

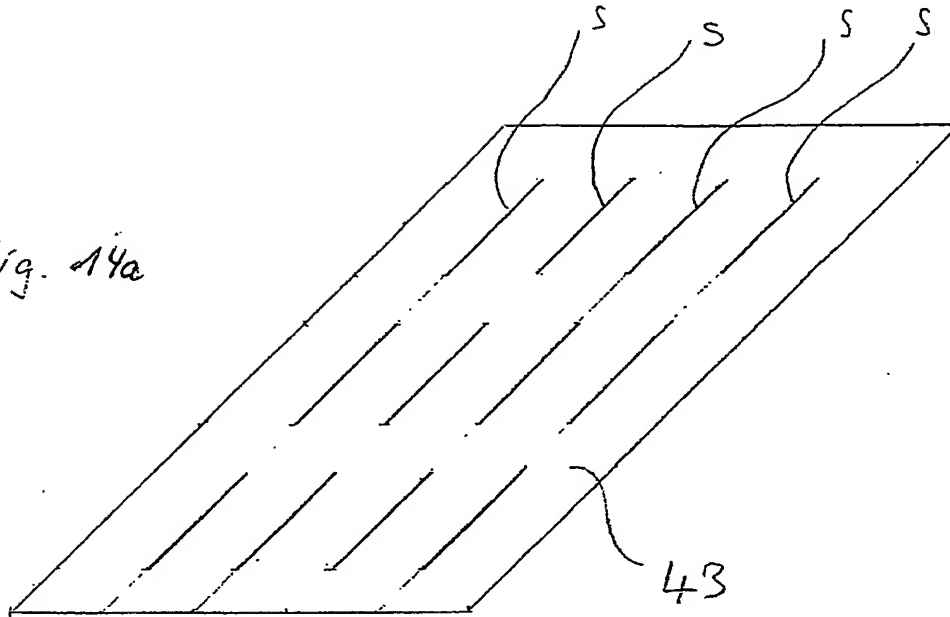
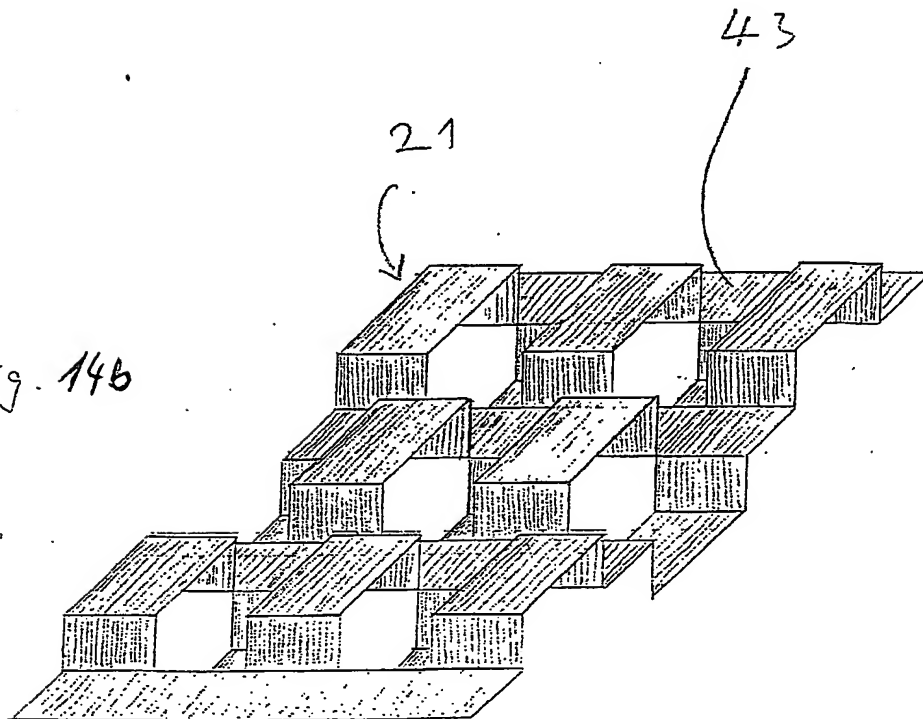


Fig. 14b



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.